RB156425

SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES.

SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES,

ET DE LEURS APPLICATIONS

AUX PHÉNOMÈNES

DE LA NATURE ET DE L'ART;

PAR A. F. FOURCROY,

De l'Institut national de France; Conseiller d'État; Professeur de chimie au Muséum d'histoire naturelle, à l'École polytechnique et à l'École de médecine; des Sociétés philomathique et philotechnique, d'Agriculture, d'Histoire naturelle; de la Société médicale d'émulation, de celle des Amis des arts, de celle des Pharmaciens de Paris; du Lycée républicain, du Lycée des arts; membre de plusieurs Académies et Sociétés savantes étrangères.

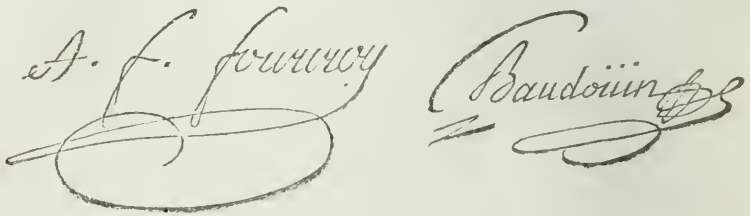
TOME V.

PARIS,

BAUDOUIN, Imprimeur de l'Institut national des Sciences et des Arts, rue de Grenelle-Saint-Germain, nº. 1131.

BRUMAIRE AN IX.

Cet ouvrage est mis sous la sauve-garde de la loi.
Tous les exemplaires sont signés par l'Auteur et l'Imprimeur.



SYSTÊME

DES

CONNAISSANCES CHIMIQUES.

SIXIÈME SECTION.

DES MÉTAUX.

Digitized by the Internet Archive
in 2010 with funding from
University of Ottawa

http://www.archive.org/details/systemedesconnai05four

SIXIÈME SECTION.

Des métaux.

ARTICLE PREMIER.

Des propriétés générales et comparées des métaux; de leur classification.

§. Ier.

De leur importance et de leur histoire.

1. Je n'ai considéré les métaux, dans la seconde section de cet ouvrage, que comme appartenant à la classe des corps combustibles, et les propriétés générales que j'ai exposées n'étaient relatives qu'à leur comparaison avec le peu de substances dont j'avais déja parlé avant eux. Ici, l'objet de cette sixième section a une étendue beaucoup plus grande : il s'agit de faire connaître en détail ces corps brillans, si utiles dans la société, qui influent tant sur la prospérité publique et particulière, soit par leurs propriétés réelles, soit par l'idée qu'on s'en est formée parmi les hommes; qui ont, d'un côté, rendu de si grands services à l'humunité, et, de l'autre, ont produit tant de malheurs; qui annoncent, d'une part, l'industrie des peuples, et tiennent à la perfectibilité de la raison humaine, tandis que, de l'autre, témoins et presque auteurs de sa dépravation, ils deviennent si souvent la mesure de tous les maux qui affligent les nations. Il n'y a pas de produc-

tions de la nature qui excitent autant d'intérêt pour leur étude, et qui aient donné lieu à autant de découvertes ; il n'y en a donc pas qui doivent être traitées avec plus de détail et plus de soin.

2. Les usages multipliés auxquels servent les métaux ne sont pas la seule raison qui exige qu'on décrive ces corps avec beaucoup d'exactitude et qu'on les étudie dans le plus grand détail : l'immense influence qu'ont eue sur la marche de la chimie les découvertes qui leur sont relatives, sur-tout dans les temps modernes, et le perfectionnement qu'elles ont apporté à la raison humaine, en font aujourd'hui une loi à ceux qui cultivent la philosophie naturelle ; leurs propriétés sont liées à la boussole, à l'imprimerie, à la navigation, à l'astronomie, et à toutes les sciences qui honorent le plus le génie de l'homme. Aucun art d'ailleurs ne peut se passer de métaux : ils sont le premier mobile et les premiers instrumens de la plupart des ateliers ; il n'est presque pas une seule circonstance de la vie où ils ne nous rendent de continuels services, ou bien ils nous menacent sans cesse. Ce sont des amis qui nous servent et qu'il faut toujours avoir à ses côtés, ou des ennemis dont nous sommes forcés de nous servir, et qu'il nous importe conséquemment de savoir apprivoiser, quelquefois même enchaîner. La médecine, qui a cherché partout des armes contre nos maux, et à laquelle il serait peut-être dangereux de ravir les douces illusions dont elle entoure les malades qu'elle ne peut guérir, a puisé dans les substances métalliques une foule de remèdes qui ne peuvent jamais être indifférens, et dont la chimie la plus sublime a souvent de la peine, ou à déterminer la nature, ou à diriger l'activité, ou à régler la puissance, suivant le vœu du médecin éclairé.

3. Quoique le hasard de quelques circonstances naturelles, de quelques incendies spontanés, ait montré les métaux aux hommes pour la première fois, il est aisé de concevoir qu'ils ont dû faire des progrès rapides dans le traitement de ces

matières. Aussi le berceau de la chimie, presque contemporain, sous ce point de vue, des premiers temps de la civilisation, en remontant jusqu'aux âges heroïques, fabuleux, et même aux premiers hommes, se trouve-t-il entouré de forgerons, de fondeurs. Le soc de la charrue est sur la même ligne du temps, que la grossière figure des dieux empreinte sur le metal.–Mais malgré cette haute antiquité des arts métalliques où les historiens de la science ont voulu fixer l'origine de la chimie, les anciens peuples n'avaient que peu de connaissances réelles sur les propriétés des métaux.

Le fer, le cuivre, l'or et l'argent ont été manifestement les premiers connus et employés. L'étain et le plomb ont dû suivre de près, s'ils n'ont point été trouvés en même temps ou antérieurement. L'art de les fondre, de les couler, de les forger, de les allier même, n'a pas tardé à être inventé; mais les véritables propriétés chimiques ont été long-temps cachées dans le sein de la nature, et les découvertes en ce genre se sont succédées avec la plus grande lenteur. Les Grecs et les Romains ne connaissaient que sept métaux : il paraît que quelques-uns de ceux qu'on a nommés depuis *demi-métaux*, ne leur ont été connus que sous des noms particuliers et avec des idées étrangères à celles de la metallicité proprement dite: et cela est d'autant plus naturel que la ductilité, la propriété la plus utile aux hommes, et dont ils ont su le plutôt tirer parti, devait se lier toujours pour eux avec l'idée des métaux; puisqu'encore aujourd'hui, malgré les immenses lumières répandues sur les corps métalliques non ductiles, malgré même les nombreux usages auxquels la plupart sont destinés, le plus grand nombre des hommes ne regardent comme métaux que ceux qui peuvent se forger, s'aplatir, se tirer, etc.

4. Les folies et les chimères des alchimistes et des adeptes, maladie de l'esprit humain qu'il est si difficile de trouver les moyens d'extirper complétement de l'état social, et dont il reste encore quelques vestiges, quoiqu'heureusement épars et

peu contagieux, ont été cependant la source d'où toutes les connaissances chimiques sur les métaux sont sorties. L'infatigable patience de ces hommes; les expériences innombrables qu'ils ont faites; l'heureuse loi qu'ils s'étaient imposée de décrire avec autant de soin celles qui ne leur avaient point donné leur chimérique résultat, qu'ils mettaient d'attention à cacher celles qu'ils assuraient leur avoir réussi, ont élevé peu à peu le monument que la science a commencé à posséder dès le milieu du dix-septième siècle, et qui s'est bientôt agrandi par les travaux des chimistes, dont la méthode, la sagesse et la raison ont su disposer avec art tous les matériaux informes amassés à si grands frais par les laborieux chercheurs de la pierre philosophale et de la médecine universelle.

5. Après les recherches folles, mais pleines de faits singuliers, des Geber, des Morien, des Arnaud de Villeneuve, des Raymond-Lulle, des Bernard Trevisan, des Agrippa, des Isaac Hollandais, des Basile Valentin, des Philalètes, des Morhof, des Sendigove, des D'espaguet, et de tant d'autres fous trop célèbres, on vit, d'un côté, les Libavius, les Dornœus, les Hannemans, les Gerhard, les Cassius, les Wedel, les Orschall, et plusieurs autres hommes de cet ordre, s'occuper à tirer des perles de ce fumier, séparer les faits utiles des assertions ridicules, les expériences précises des opérations mystiques, faire ainsi un triage avantageux à l'art; et, s'ils n'étaient pas dépouillés entièrement de la crédulité au grand œuvre et à la panacée, mettre cependant en œuvre et rapprocher avec plus ou moins d'habileté les observations et les résultats des alchimistes, de manière à en faire un essai de théorie ou de doctrine sur les propriétés des substances métalliques.

6. La métallologie chimique a sur-tout beaucoup gagné par les ouvrages de docimasie et de métallurgie traitées comme arts ou comme sciences, qu'on a publiés depuis le milieu du

seizième siècle jusqu'à la fin du dix-huitième, et spécialement par ceux, successivement imprimés, de J. Q. Agricola en 1546, de Lazare Ercker en 1574, de Modest Fachsius en 1622, d'Ul. Aldrovande en 1648, d'Alonz. Barba en 1640, de Borrichius en 1674, de Fr. Henckel en 1725, de Swedenborg en 1734, de Shlutter en 1738, de Cramer en 1739, de Gellert en 1755, de Lehman en 1761, de Wallerius en 1770, de Delius, de Gobet, de Jars, de Bergman, de Diéterich, de Born, de Ferber et de Pfingsten dans les dernières années. Dans tous ces ouvrages, le traitement des mines et des métaux en grand ou en petit, dans la métallurgie ou la docimasie, a été éclairé par la théorie la plus lumineuse, et décrit comme une suite d'expériences chimiques, conséquemment lié avec la marche générale de la science.

7. Pendant ce rapprochement non interrompu depuis près de deux cents ans des arts métalliques avec la doctrine de la science, sur la marche et le perfectionnement de laquelle ils ont beaucoup influé, il s'en faisait un autre non moins utile entre la préparation, la nature et l'administration des médicamens composés avec les métaux, et l'art de faire des expériences chimiques, ainsi que la méthode de les comparer, d'en tirer des inductions générales ou des résultats pour la théorie. A côté des folles et vaines prétentions de Paracelse, de Digbi, etc., on doit voir ici les utiles travaux de Jac. Sylvius, de Léon Fuchsius, de Val. Cordus, de Quercetan, de Mynsicht, de Crollius, de Zwelfer, de Schroeder, de Fred. et de Gasp. Hoffman, d'Angel. Sala, de Glauber, de Charas, de Nic. Lémery, de Barchusen, de Juncken, de Shaw, de Hermann, de Wallerius, de Perner, de Poulletier de la Salle, de Lewis et de Spielman. Dans les nombreux ouvrages de ces chimistes-pharmacologiques, publiés depuis 1755 jusqu'en 1775, on trouve méthodiquement disposées, savamment discutées, nettement décrites, les diverses altérations chimiques que les métaux sont susceptibles d'éprouver par tous les

agens à l'aide desquels on modifie leurs propriétés et on change leur nature.

8. C'est dans les recueils précieux de faits, d'expériences, de phénomènes bien décrits que les chimistes, écrivains systématiques, obligés d'embrasser l'ensemble des réactions réciproques de tous les corps de la nature les uns sur les autres, ont trouvé tous les élémens des connaissances exactes dont ils ont ensuite enrichi leurs ouvrages; et, sans les laborieux efforts de leurs prédécesseurs, leurs traités, loin d'être aussi complets qu'ils les ont rédigés, eussent offert de toutes parts des lacunes immenses ou des landes arides dans l'exposé des matières métalliques, dont les propriétés font constamment la majeure et en même temps la plus importante partie de leurs ouvrages.

9. A ces sources multipliées de travaux et de recherches sur les matières métalliques, il faut sur-tout joindre, pour avoir une idée suffisante de l'histoire de la chimie qui les concerne, la connaissance des nombreuses découvertes de nouveaux métaux, faites spécialement depuis le commencement du dix-huitième siècle. Alors on trouva successivement l'arsenic, le cobalt, le nickel, le platine même, mal connu jusque-là. Depuis vingt ans, on y a ajouté le manganèse, le molybdène, le tungstène, et plus récemment l'urane, le titane et le chrome. Tous ces métaux, très-cassans et plus ou moins difficiles à fondre, sont restés long-temps cachés et en quelque sorte inconnus aux hommes, parce qu'on a été long-temps persuadé que la ductilité était le caractère inséparable des substances métalliques; et depuis qu'une série de quelques-unes de ces substances sans ductilité a été trouvée, tout annonce que leur nombre sera quelque jour encore porté peut-être bien au-delà de ce qu'on a reconnu jusqu'ici.

10. La marche des découvertes successives et des connaissances graduellement acquises que je viens de tracer, ne pré-

sentait encore que des incertitudes au milieu même des faits nombreux qui en composaient l'ensemble : on peut même ajouter qu'un grand nombre de ces connaissances offrait de grandes erreurs, et que la plupart de ces faits n'étaient que des apperçus inexacts, avant que Lavoisier eût publié ses belles découvertes sur la calcination des métaux, sur leur dissolution dans les acides, sur la décomposition des acides, et sur-tout celle de l'eau que beaucoup de ces corps opèrent. Tous les efforts de Bergman pour déterminer la proportion d'un principe imaginaire, admis depuis le commencement de ce siècle dans les métaux, n'étaient, en quelque sorte, que la confirmation d'une ancienne erreur, et ne lui prêtaient qu'une force simulée et factice, lorsque Lavoisier, renversant par ses ingénieuses expériences cette hypothèse mensongère, créa et fit sortir du sein de ses nouveaux résultats sur la nature de l'air, de l'eau et des acides, une doctrine qui fit disparaître toutes les difficultés dont l'histoire métallique avait été hérissée, montra la cause de leur augmentation si fréquente de poids, celle de leur réduction, de leur dissolution, et les offrit enfin aux chimistes comme des instrumens indécomposables, passifs, par rapport à leur composition intime, indélébiles, changeant seulement de forme dans toutes les altérations qu'on leur fait subir, et agissant comme moyens de décomposition sur une foule de corps composés, dont ils servent par là à apprécier la nature. Depuis cette époque remarquable, et qui doit en être une pour les progrès de l'esprit humain, la science a marché d'un pas rapide dans la connaissance des métaux et dans la détermination des phénomènes qu'ils produisent; les découvertes se sont subitement accrues; tout ce qui était obscur s'est entièrement éclairci; et cette belle partie de la chimie, enrichie d'une foule de faits nouveaux, a éclairé tout-à-la-fois, et les ateliers docimastiques et métallurgiques, et la minéralogie, et tous les arts qui emploient les métaux.

§. II.

Du nombre et de la classification des métaux.

11. Quand on ne regardait comme métaux que ceux qui étaient ductiles, quand leur nombre était borné à six ou sept, il n'était pas nécessaire de chercher un grand nombre de propriétés, ni d'établir aucune espèce de méthode pour distinguer et reconnaître chacun de ces corps ; et l'idée même d'en former une classification n'avait pas dû occuper les chimistes.

12. A l'époque où l'on reconnut l'existence de plusieurs matières métalliques fragiles et cassantes, et où l'on fut convaincu que toutes leurs propriétés se rapprochaient de celles des métaux ductiles, on commença à distinguer les premiers par l'expression de demi-métaux : comme si le caractère de la ductilité était le plus essentiel de ces corps dans la nature, comme il l'est dans les usages de l'art. Ainsi l'homme, en rapportant tout à lui et à ses besoins, donnait aux êtres un rang et une place déterminés par l'utilité qu'il en retirait. Une autre idée, moins raisonnable sans doute, avait fait créer cette expression de demi-métaux : les alchimiste pensaient que tous les métaux n'étaient que des ébauches de l'or, regardé comme le plus parfait ; que, par un travail souterrain de la nature, inimitable par l'art, ils pouvaient, en se perfectionnant et se mûrissant, devenir de l'or, et que tous n'étaient que des passages successifs d'un état moins parfait à un état de plus en plus parfait, jusqu'à l'aurification. Or, comme la ductilité est un des caractères les plus prononcés de l'or, et que les métaux proprement dits s'en rapprochent plus ou moins par ce caractère même, ceux qui n'en jouissaient point leur paraissaient être comme les premiers essais de la nature, comme des embryons ou

des germes métalliques non encore développés : de là l'expression des demi-métaux, pour désigner les corps qui n'avaient encore éprouvé, pour ainsi dire, qu'une demi-métallisation.

13. Mais la plus simple réflexion suffit pour faire sentir que l'application de la même idée aurait dû conduire à la distinction de quarts de métaux, de tiers de métaux et de fractions métalliques, qui exprimassent le rapport ou la proportion des propriétés des métaux dont chacun de ces corps comparés paraissait jouir. Cette supposition fait voir la fausseté de l'expression de demi-métaux ; car elle montre qu'en manquant de termes vrais de comparaison pour exprimer le véritable rapport des propriétés métalliques, la chimie se permettrait un langage erroné et ridicule, en supposant que les métaux peuvent ainsi passer de l'une à l'autre conversion : ce que l'art n'a jamais pu opérer, et ce qu'aucune observation ne prouve pas non plus être opéré dans le travail de la nature.

14. Il n'est pas moins évident qu'il faut en dire autant des mots de *métaux imparfaits*, qu'on avait adoptés pour désigner les métaux qui brûlent et perdent facilement leurs propriétés métalliques, et de nom de métaux parfaits, qu'on donnait à ceux qui sont infiniment peu combustibles et altérables, comparativement aux premiers : car ces expressions sont encore plus inhérentes aux chimères de la transmutation que celle des demi-métaux, puisqu'elles rappellent une prétendue perfection dans les uns, et une imperfection qui supposait dans les autres la propriété de se perfectionner et de passer à l'état des premiers.

15. En oubliant ces désignations hypothétiques et infectées encore des opinions alchimiques, et en sentant cependant la nécessité de disposer méthodiquement les métaux, il faut puiser les distinctions qui doivent être admises entre eux dans des propriétés qui puissent être facilement appréciées et qui soient comparables. Trois propriétés, balancées entre elles,

me servent à établir les classifications des vingt substances métalliques connues aujourd'hui ; savoir, l'acidification, l'oxidation et la ductilité. Je partage les métaux en cinq classes, de la manière suivante.

16. Dans la première classe sont compris les métaux fragiles et acidifiables, ou qui sont susceptibles de prendre le caractère d'acides par la combinaison d'une plus ou moins grande proportion d'oxigène. Il y a quatre espèces dans cette classe ; savoir,

L'arsenic,
Le tungstène,
Le molybdène,
Le chrome.

Il est indubitable qu'on en trouvera un plus grand nombre dans la suite.

17. La seconde classe renferme les métaux fragiles comme les premiers, mais non acidifiables comme eux. Ceux-ci restent toujours à l'état d'oxides, quelle que soit la quantité d'oxigène qu'ils contiennent. Cette classe contient huit espèces ; savoir,

Le titane,
L'urane,
Le cobalt,
Le nickel,
Le manganèse,
Le bismuth,
L'antimoine,
Le tellure.

Il faut noter que, de toutes les cinq classes, celle-ci est la moins nombreuse.

18. A la troisième classe appartiennent des métaux simplement oxidables comme ceux de la seconde, mais qui en diffèrent par un commencement de ductilité. Deux métaux seulement composent cette troisième division, le mercure et

le zinc : le premier, congelé ou solidifié à une température de trente-deux degrés au-dessous de o du thermomètre de Réaumur, peut être aplati par la percussion : c'est la moins nombreuse en espèces, des cinq classes. Les métaux de ces trois premières classes étaient autrefois désignés par le nom de *demi-métaux*.

19. Je place dans la quatrième classe les métaux bien ductiles, et différens, sous ce rapport, de ceux de la précédente, qui ne le sont que peu, mais facilement oxidables, et éloignés par là de ceux de la suivante. On compte dans cette classe quatre substances métalliques :

L'étain,
Le plomb,
Le fer,
Le cuivre.

Ces quatre métaux formaient autrefois la série des métaux imparfaits.

20. Enfin la cinquième classe comprend les métaux très-ductibles, et si difficilement oxidables ou altérables, qu'on les désignait, il y a peu d'années encore, par l'expression de *métaux parfaits*, en y admettant l'ensemble le plus complet de toutes les propriétés métalliques. Les trois espèces qui forment cette classe sont

L'argent,
L'or,
Le platine.

21. Il résulte déja de ce partage et de cette ordonnance entre les vingt-un métaux connus une notion assez exacte de quelques-unes de leurs propriétés, et sur-tout de celles qui rendent ces corps les plus utiles à la société. On pourra suivre, d'après cette méthode, les diverses comparaisons qui vont être indiquées d'abord dans les paragraphes suivans, relativement aux propriétés génériques des métaux, avant de passer à l'histoire individuelle de chacun d'eux.

§. III.

Des propriétés physiques des métaux.

22. Pour étudier les caractères et les phénomènes que présentent les métaux, il est nécessaire d'apprécier d'abord leurs propriétés physiques, sans entrer cependant dans un grand détail, qui appartient à d'autres branches des connaissances humaines. Je compte au nombre de ces propriétés qui sont perceptibles à nos sens, qui peuvent se mesurer et se calculer, et qui ne changent point la nature des métaux, 1°. le brillant; 2°. la couleur; 3°. la densité ou la pesanteur; 4°. la dureté; 5°. l'élasticité; 6°. la ductilité; 7°. la ténacité; 8°. la conductibilité du calorique; 9°. la dilatabilité; 10°. la fusibilité; 11°. la volatilité; 12°. la cristallisibilité; 13°. l'électricité, et 14°. l'odeur. Il faut reprendre avec quelques développemens chacune de ces propriétés.

23. Le brillant est un caractère tellement prononcé dans les métaux, qu'on le nomme éclat ou brillant métallique : il est dû à la réflexion complète des rayons lumineux par les surfaces métalliques; il en forme des miroirs qui réfléchissent les images parfaites des objets. Si quelque autre substance minérale ou fossile offre quelquefois une apparence d'éclat, comme on le voit dans le mica, dont les premiers et avides conquérans du Pérou ont été la dupe et qu'ils ont pris pour de l'argent et de l'or, cette illusion est détruite lorsqu'on raye ces faux brillans avec la pointe d'acier, tandis que le métal rayé est aussi éclatant dans le sillon creusé par la pointe. Par rapport à la graduation de cette propriété, les métaux peuvent être placés dans l'ordre suivant :

Le platine,
Le fer en acier,
L'argent,

Le mercure,
L'or,
Le cuivre,
L'étain,
Le zinc,
L'antimoine,
Le bismuth,
Le plomb,
L'arsenic,
Le cobalt et les autres métaux cassans.

24. La couleur est une propriété constante et inhérente à la nature intime des métaux, tandis qu'elle est accidentelle et qu'elle n'est pas même spécifique dans les autres fossiles. Comme les métaux sont les corps les plus opaques et les plus denses de la nature, la couleur y est très-intense ou plutôt confondue avec le brillant qui la peint fortement dans nos yeux; aussi peut-elle servir de caractère spécifique. Le blanc est la couleur la plus ordinaire des métaux; il en est de jaunes et de rouges. On distinguait autrefois les premiers par le nom de *métaux lunaires*, parce que l'argent ou lune, qu'on mettait à la tête de ces métaux, a la couleur blanche, et les seconds, par les noms de *métaux solaires*, à cause de la couleur jaune de l'or, qu'on nommait soleil. En comparant plus exactement les métaux entre eux par la couleur, on en trouve de gris comme le fer, le molybdène, le tungstène, l'urane, le manganèse; de bleuâtres, comme le plomb et le zinc; de jaunâtres, comme le bismuth; de gris rougeâtre, comme le cobalt; de blanc rougeâtre, comme le nickel. Quoique permanente dans les métaux, supposés eux-mêmes dans un état permanent, la couleur change et s'altère très-facilement dans ces corps par la moindre combinaison.

25. La densité, la masse, ou la quantité de matière contenue sous un volume donné, d'où résulte la pesanteur spécifique, sont plus grandes dans les métaux que dans tous les autres corps

naturels. On en conclut que leurs molécules sont les plus rapprochées, et que leurs pores sont les plus petits qu'il est possible de les concevoir dans aucun autre corps : cette densité est la cause de leur brillant.

Les métaux comparés par cette propriété sont entre eux dans l'ordre suivant, en supposant l'eau pure à laquelle on les compare tous, représentés par 1,00.

Platine	20,85.
Or	19,258.
Tungstène	17,6.
Mercure	13,568.
Plomb	11,352.
Argent	10,474.
Bismuth	9,822.
Nickel	7,807.
Cobalt	7,811.
Cuivre	7,788.
Fer	7,6.
Etain	7,291.
Zinc	7,19.
Manganèse	6,85.
Antimoine	6,702.
Urane	6,44.
Arsenic	5,763.

On ignore la pesanteur du molybdène, du titane, du chrome et du tellure.

26. La dureté des métaux varie souvent dans ceux qui sont ductiles, parce qu'on peut rapprocher plus ou moins leurs molécules par différens degrés de pression. Elle ne varie point dans ceux qui sont cassans. Elle est souvent plus faible que celle des fossiles pierreux, puisque ceux-ci réduits en poudre usent leurs surfaces, et servent à polir les métaux. Il est donc évident que cette propriété ne suit pas la densité, et qu'elle dépend des molécules intégrantes et non de leur

rapprochement. On juge ou l'on détermine cette propriété par le mode, la difficulté du poli dans les métaux ductiles, autant que par l'effet du choc dans les métaux cassans. En la comparant, on a trouvé qu'on pouvoit former huit rangs de dureté parmi les métaux, et qu'en commençant par celui de la plus grande, on devoit placer

Au premier rang, le fer et le manganèse;

Au second rang, le platine et le nickel;

Au troisième rang, le cuivre et le bismuth;

Au quatrième rang, l'argent;

Au cinquième rang, l'or, le zinc et le tungstène;

Au sixième rang, l'étain et le cobalt;

Au septième rang, le plomb et l'antimoine;

Au huitième rang, l'arsenic, le plus fragile, en effet, des métaux cassans.

Le mercure, toujours fluide, ne peut pas être comparé par cette propriété; on ignore la dureté comparative du titane, de l'urane, du molybdène et du chrome.

27. L'élasticité paraît suivre, dans les métaux, le même ordre que la dureté.

28. La ductilité est une des plus importantes et des plus utiles propriétés physiques des métaux; elle appartient exclusivement à ces corps : son nom est tiré de ce que ces corps semblent se laisser conduire, *ducere*, sous le marteau qui les foule, le cylindre qui les presse, ou la filière qui les alonge. Elle provient de ce que les molécules métalliques, en cédant à la pression, glissent les unes sur les autres sans que leur adhérence diminue. On remarque une sorte de variété dans la ductilité des métaux : les uns, en effet, sont beaucoup plus susceptibles de s'aplatir que de se tirer comme le plomb et l'étain, et les autres sont dans un état contraire comme le fer. On croit que cela dépend de la forme des molécules et de leur genre d'aggrégation. Les métaux malléables et laminables semblent être composés de petites plaques ou lames,

et les métaux filables, de fibres placées les unes à côté des autres; les premières glissent par leurs surfaces plates les unes sur les autres, les autres s'alongent et se collent bout-à-bout. Quand on comprime les métaux, on exprime ou on chasse le calorique d'entre leurs molécules, et ils s'échauffent: plus rapprochées les unes des autres, ces molécules donnent plus de dureté et d'élasticité, ainsi que de densité, et de pesanteur spécifique aux métaux qu'on bat ou qu'on forge, qu'on lamine ou qu'on file; en même temps, ils deviennent plus roides, plus cassans; ils se gercent et se déchirent. On appelle cette dernière propriété l'*écrouissage;* on leur rend de la ductilité ou de la douceur en les échauffant, ou en leur donnant, comme on le dit, du *recuit.*

Quoiqu'on ne puisse réellement comparer la ductilité des métaux que dans ceux qui ne sont pas cassans, il ne sera pas inutile, en assignant leurs rangs respectifs dans l'ordre de cette propriété, de déterminer celui de la fragilité. En commençant par ceux qui sont les plus ductiles et descendant ainsi jusqu'aux métaux les plus cassans, voici le rang qu'ils occupent respectivement.

L'or;
Le platine;
L'argent;
Le fer;
L'étain;
Le cuivre;
Le plomb;
Le zinc;
Le mercure;
Le nickel;
Le tungstène;
Le bismuth;
Le cobalt;
L'antimoine;

Le manganèse;
L'urane;
Le molybdène;
Le titane;
Le chrome;
L'arsenic.

Il faut remarquer que le rang des onze derniers métaux, qui sont tous plus ou moins cassans, n'est pas aussi bien déterminé que celui de la véritable ductilité des neuf premiers; que le nickel semble un peu plus se rapprocher de la demi-ductilité du zinc; que quelques auteurs même l'ont placé avant ce dernier par cette propriété, quoique je ne les croie pas bien fondés dans cette assertion, et que les métaux les plus récemment connus, le molybdène, le titane, l'urane et le chrome, n'ont été ni assez étudiés encore, ni peut-être assez bien purifiés, pour qu'on doive regarder comme définitif le rang que je leur ai assigné.

29. La ténacité exprime la cohésion des molécules métalliques les unes avec les autres. Comme cette propriété est très-importante dans les arts, on l'a depuis long-temps mesurée par le moyen de fils métalliques du même diamètre, à l'extrémité desquels on suspend des poids, jusqu'à ce que ces fils soient rompus. Le fil est fixé par son extrémité supérieure, et tiré par l'inférieure, à laquelle les poids sont attachés. On ne peut estimer cette force que sur les sept substances métalliques ductiles à la filière; elles doivent être rangées dans l'ordre suivant :

Le fer;
Le cuivre;
Le platine;
L'argent;
L'or;
L'étain;
Le plomb;

30. Je nomme *conductibilité* la propriété qu'ont les métaux de laisser passer rapidement, entre leurs molécules, le calorique, d'enlever conséquemment rapidement la chaleur aux corps, et de la communiquer également à ceux qui les touchent, lorsqu'ils sont eux-mêmes échauffés. On n'a point encore fait d'expériences assez exactes sur cette propriété, pour pouvoir offrir ici le rapport qu'elle présente entre les différentes substances métalliques : il paraît qu'elle suit une loi particulière dans les métaux, et qu'elle est souvent dans une raison sinon inverse, au moins très-différente, de celle de la fusibilité.

31. La dilatabilité par le calorique doit être rangée parmi les propriétés physiques : elle ne consiste que dans le simple écartement des molécules métalliques par celles du calorique, qui s'interposent et s'accumulent entre elles, et qui, en les traversant, diminuent cependant leur adhérence ou leur attraction. Puisqu'elle n'altère pas les propriétés chimiques de ces corps, elle n'est véritablement qu'une action physique, et ne consiste que dans un commencement de changement d'état par rapport aux substantes métalliques. Comme cette propriété a des rapports immédiatement utiles et nécessaires à bien connaître pour l'emploi des métaux dans les arts, il serait très-essentiel de la déterminer positivement dans les corps, et cela n'a point encore été fait avec l'exactitude qu'on peut y desirer. On sait qu'elle est sensiblement proportionnelle, dans chaque métal, à l'augmentation du calorique entre les limites de la graduation de nos thermomètres ; mais qu'aux approches de l'ébullition la dilatation suit une loi beaucoup plus rapide que l'élévation de température, parce que la force expansive du calorique, n'étant plus alors que faiblement balancée par l'attraction réciproque des molécules métalliques, est employée presque toute entière à écarter les molécules entre elles. Pour estimer la dilatation des métaux, le rapport de cette dilatation, suivant une seule dimension, étant donné

par l'expérience pour un degré du thermomètre, on multiplie la fraction qui représente ce rapport par le nombre de degrés dont la température a été élevée; puis on double le produit, s'il s'agit d'estimer la dilatation de la surface, et on le triple si l'on se propose d'estimer celle du volume : ensuite il ne reste plus qu'à multiplier l'un ou l'autre de ces produits par la surface ou par la solidité du métal, pour avoir la quantité absolue de la dilatation.

32. La fusibilité est, comme la précédente, une véritable propriété physique, puisqu'on ne doit y voir que l'effet de la dilatation, portée jusqu'au degré où la force expansive du calorique l'emporte assez sur l'attraction réciproque des molécules métalliques, pour que celles-ci puissent se mouvoir librement en tout sens et céder à la plus légère pression. On ne doit pas la considérer comme une combinaison du calorique avec les métaux, puisque la fusion cesse quand le calorique s'y dégage, et puisque celui-ci doit être continuellement renouvelé pour qu'elle ait lieu. Cette propriété varie singulièrement dans les métaux, et chacun d'eux peut être chauffé à des degrés fort différens avant de se fondre. Comme la température à laquelle ils s'élèvent au moment où ils se fondent, ne peut pas toujours être mesurée ou indiquée par les thermomètres, on l'a déterminée dans le tableau suivant, dû au citoyen Guyton, tantôt par le thermomètre de graduation de Réaumur, tantôt par l'échelle du pyromètre de Wedgwood : on n'a pu même estimer par approximation celle de l'arsenic, plus volatil que fusible, et celles du molybdène, du tungstène, de l'urane, du titane et du chrome, très-difficiles à fondre en général et se rapprochant de celle du platine par cette propriété.

1. Fusibilité déterminée par le thermomètre.	31 — 0	mercure.
	0 —	tellure.
	168 + 0	étain.
	205 + 0	bismuth.
	296 + 0	zinc.
	345 + 0	antimoine.

2. Fusibilité déterminée au pyromètre d'alumine. . .
- 27 . . . cuivre.
- 28 . . . argent.
- 32 . . . or.
- 130 . . . fer, nickel, cobalt.
- 160 + x platine, manganèse.

33. La volatilité est la suite, et comme l'extrême de la fusibilité. Lorsque les molécules, assez écartées par l'expansibilité du calorique, se meuvent librement les unes sur les autres, si l'on accumule encore du calorique entre elles, elles s'écartent davantage, se fondent dans cette substance, partagent sa fluidité élastique, et s'élèvent en vapeurs qui se condensent à mesure que le calorique, qui n'est qu'interposé, les abandonne. On pourrait croire que cette propriété doit suivre la fusibilité; mais quoiqu'on ne l'ait point encore appréciée avec exactitude, on ne doit pas regarder celle-ci comme la règle de celle-là. Autrefois on donnait pour caractère aux métaux cassans, ou demi-métaux, d'être volatils. On observera que l'arsenic, beaucoup plus volatil que fusible, tient immédiatement ici le second rang après le mercure; que le bismuth et l'antimoine suivent immédiatement; que l'étain et le plomb, quoique beaucoup plus fusibles que le dernier, ne sont que très-difficilement volatils, et qu'il faut un grand feu pour volatiliser le cuivre, l'argent et l'or, métaux d'une fusibilité moyenne, comme on le disait autrefois; il en faut un extrême pour réduire en vapeur le fer et les autres métaux peu fusibles.

34. La cristallisabilité consiste dans la tendance qu'ont les molécules métalliques, écartées les unes des autres par la fluidité, de se rapprocher par les surfaces qui se conviennent le mieux, et de prendre, par leur arrangement, une forme régulière dont il a déja été parlé à l'article qui les concerne, dans la seconde section de cet ouvrage. Lorsqu'après les avoir fondus, on laisse les métaux se refroidir très-lentement, et

lorsqu'on brise la surface figée, on trouve sous la portion encore fondue de l'intérieur, et après l'avoir fait écouler, des cristallisations plus ou moins régulières, qui dépendent du tétraèdre régulier, ou du cube, forme de leurs molécules intégrantes. On verra les variétés que cette double forme fait naître, dans l'histoire de chaque métal.

35. Tous les métaux possèdent éminemment la faculté conductrice de l'électricité, et on s'en sert pour des conducteurs, ainsi que pour une foule d'autres expériences électriques. Il paraît que le galvanisme, ou cette propriété d'exciter des mouvemens convulsifs dans les muscles par l'interposition de deux métaux différens qu'on rapproche l'un de l'autre, après les avoir fait communiquer avec les nerfs qui se distribuent dans ces muscles, dépend de leur quantité conductrice, et qu'elle a les plus intimes rapports avec l'électricité, comme Velta croit l'avoir prouvé. Seulement le fluide électrique suit ici, dans sa marche ou dans sa communication, une loi un peu différente de celles qui la dirigent entre des corps non animés, et il reste encore quelque chose à découvrir dans le galvanisme métallique, considéré sous ce point de vue.

36. L'odeur, propriété dont tous les corps sont doués, et qui, inhérente à leur nature, ne suppose, pour que l'homme et les animaux en aient la sensation, que le transport de ces corps dans les narines, et leur contact avec les nerfs olfactifs, est bien plus sensible dans quelques métaux que dans d'autres; aussi a-t-on essayé de caractériser certains métaux par cette propriété. Il faut remarquer, par rapport à l'odeur, que les métaux qui en jouissent paraissent être enveloppés d'une atmosphère qui est véritablement une dissolution saturée de leurs molécules, que l'air emporte une partie de cette dissolution, et l'applique à la surface de tous les corps, conséquemment sur la membrane sensible des narines, où se fait la perception de cette sensation. C'est aussi dans cette atmosphère métallique, qui

existe même dans les métaux réputés inodores, que se passent les phénomènes magnétiques, électriques et galvaniques, et peut-être beaucoup d'autres phénomènes qui sont plus manifestement chimiques, et qui semblent être, par rapport aux opérations chimiques ordinaires, ce que sont aux êtres naturels qui tombent sous les sens, ces êtres microscopiques dont les naturalistes semblent avoir composé un nouveau monde depuis la découverte et le perfectionnement du microscope.

37. La saveur est encore une propriété très-remarquable d'un grand nombre de substances métalliques; trois seulement en sont exemptes, l'argent, l'or et le platine, et c'étoit une des raisons qui les faisait regarder autrefois comme plus parfaits que les autres. Tout le monde connaît la saveur du cuivre, du fer, de l'étain, du plomb. Les médecins observent avec soin celle du zinc, du mercure, de l'antimoine, de l'arsenic, du bismuth, et ils savent qu'elle accompagne et désigne même les propriétés actives de ces métaux sur l'économie animale. Quoique cette saveur soit réellement particulière à chaque métal, elle a néanmoins, dans tous, un caractère général qui la fait nommer saveur métallique. C'est une espèce d'âcreté âpre, de stypticité légère, plus ou moins prononcée, mais toujours désagréable, qui excite le crachotement et qui annonce un caractère délétère. Cette propriété s'exalte encore dans plusieurs combinaisons et surtout dans les dissolutions et dans les sels métalliques, comme on le verra plus bas.

§. IV.

De l'histoire naturelle des métaux.

38. La nature présente les substances métalliques à la surface ou dans l'intérieur du globe : elles y sont, ou seules, ou combinées avec différentes matières; ces dernières combi-

naisons se nomment mines. Placées en couches plus ou moins continues entre des lits de pierres et de sels terreux, elles forment ce qu'on nomme des filons. La partie qui les recouvre est appelée *toit;* celle qui les supporte, *sol;* l'ensemble de ces pierres ou cristaux qui accompagnent les mines, constitue leur *gangue.*

39. Les filons sont distingués en filons *riches* et *pauvres*, *capitaux* ou *veinules*, *filons de vrai cours* ou *filons rebelles.* On conçoit par le seul énoncé les filons riches et pauvres; les capitaux sont en grandes masses, qui valent la peine d'être exploitées; les veinules ne sont que des filets qui s'éparpillent, se dispersent, et ne méritent pas l'exploitation; on ne les suit quelquefois que pour trouver le filon capital auquel elles aboutissent. On nomme filons de vrai cours ceux qui suivent une même direction, et qu'on poursuit aisément, et rebelles ceux qui se détournent, sont interrompus, et semblent se perdre dans leur continuité.

40. Le nom de mines suppose des métaux combinés avec quelque substance étrangère qui masque leurs propriétés, et qu'on a nommée *minéralisateur.* Par la même raison, les métaux dans cet état sont *minéralisés.* Souvent il y a deux ou plusieurs métaux unis en même temps au même minéralisateur; souvent aussi un seul métal est combiné à la fois à plusieurs minéralisateurs; et, le plus souvent encore, il y a dans les mines, tout ensemble, plusieurs métaux et plusieurs minéralisateurs.

41. Les métaux et leurs mines se trouvent ordinairement dans des montagnes antiques et primitives de granits, de gneiss, de quartz, entre les lits desquels leurs filons suivent, ou une direction horizontale, ou une direction oblique et inclinée. Cette dernière est la plus fréquente : en sorte que presque toujours la tête du filon sort de terre à la surface du mont, et donne ainsi un indice certain de sa présence. Le prétendu mauvais état des arbres, la sécheresse et le peu

de vigueur des plantes, les sables arides et secs, ne sont que de faux indices des mines. Les prétendues inclinaisons et rotations des branches d'arbres soutenues sur les doigts, et qu'on nomme *baguettes divinatoires*, sont des tours d'adresse de fripon et de charlatan, comme les tremblemens, les convulsions, les mal-aises simulés par certains hommes qui se jouent ainsi de la crédulité humaine. Les sables colorés et métallifères, les fragmens de minérais arrachés aux montagnes, écroulés dans les plaines, les eaux chargées de quelques sels métalliques, la sonde enfin sont les seuls indices certains, et qui méritent toute la confiance de ceux qui les recherchent.

42. Outre les mines de première formation cachées dans le sein des montagnes, et qui, les traversant en filons, semblent y avoir été coulées d'un seul jet dans le temps même de la formation de ces montagnes, on trouve quelques minérais déposés en couches secondaires, en dépôts, en stalactites, en incrustations, en cristaux, dans des montagnes ou terrains modernes, en remplissant des fentes, des cavités souterraines. Celles-ci sont manifestement dues au travail des eaux et à un transport de matières altérées, changées, dissoutes, modifiées dans leur passage. On ne connaît pas aussi bien l'origine des premières, quoiqu'on l'attribue aussi à l'eau.

43. Les nombreuses découvertes qu'on a faites depuis un demi-siècle sur la nature des mines, et sur-tout les analyses les plus modernes qui en ont beaucoup éclairci et simplifié la connaissance, sur laquelle il y avait encore beaucoup d'erreurs et d'hypothèses avant les derniers travaux de Bergman, de M. Klaproth et du cit. Vauquelin, permettent aujourd'hui de classer ces productions naturelles, ou de réduire les divers états des fossiles à cinq classes; savoir,

a. Les métaux natifs;

b. Les métaux alliés entre eux;

c. Les métaux unis aux corps combustibles;

d. Les métaux oxidés;

e. Enfin les oxides métalliques combinés avec les acides.

44. On nommait autrefois ridiculement *métaux vierges* ce que l'on désigne plus exactement aujourd'hui par le nom de *métaux natifs*. Cette première classe renferme les substances métalliques qui se trouvent dans la terre avec toutes leurs propriétés caractéristiques, le brillant, la couleur, la forme, la pesanteur, la ductilité, etc. On trouve souvent dans cet état le platine, l'or, l'argent, le cuivre, le mercure, le bismuth, l'antimoine, l'arsenic, rarement le fer, plus rarement encore l'étain, le plomb, le zinc, etc. On rapporte à cette classe ceux qui ne sont alliés, dans leur état natif, qu'à de petites quantités d'autres métaux qui en altèrent peu ou point sensiblement les propriétés.

45. Les métaux alliés entre eux, sans autre combinaison et sans leur union avec des corps combustibles, sont beaucoup plus rares dans la nature qu'on ne pourrait le croire : on rencontre seulement dans cet état l'or et l'argent, l'or et le cuivre, le mercure et l'argent.

46. Les combinaisons naturelles des métaux avec des corps combustibles sont, au contraire, beaucoup plus nombreuses et plus multipliées : on dirait même que c'est dans cet état, sur-tout dans celui de sulfures métalliques, que la nature les a créées. Ce sont ces composés sulfureux qui forment les filons de minérais ou ces masses continues dont les montagnes sont sillonnées ; ce sont ceux que les hommes exploitent le plus souvent, et d'où ils tirent la plus grande quantité des métaux qui leur servent. Tels sont sur-tout le plomb, le cuivre, l'argent, le zinc, le mercure, l'antimoine, etc. Il n'est pas invraisemblable que d'autres corps combustibles, le carbone, le phosphore sur-tout, puissent être rencontrés comme minéralisateurs des substances métalliques.

47. Les oxides métalliques sont aussi très-abondamment répandus sur le globe ; on ne les trouve jamais cependant en aussi grandes masses que les sulfures. On les a long-temps

pris pour de prétendues terres de métaux, parce qu'ils en ont l'apparence. Ils sont le produit des filons primitifs pénétrés, enlevés, transportés et altérés par les eaux ; on les rencontre dans des montagnes de seconde formation. Ils sont ordinairement riches en métaux, et faciles à traiter. On trouve spécialement dans cet état le cuivre, le fer, le plomb, le zinc, l'antimoine, tous les métaux cassans ; et il n'y a guère que le platine, l'or et l'argent qui ne présentent point cette forme dans la nature.

48. Enfin les combinaisons salines métalliques, ou les composés formés d'oxides métalliques unis aux acides à radicaux simples, forment encore, sinon les minérais les plus abondans, au moins ceux que la nature présente le plus fréquemment dans les états les plus variés. On trouve des sulfates et des carbonates natifs de cuivre, de fer, de plomb, de zinc, des muriates de la plupart de ces métaux et du mercure, des phosphates de plomb et de fer, des arséniates, des molybdates, des tunstates et des chromates métalliques également natifs. Ces quatre derniers sont spécialement formés par les oxides des métaux cassans. Tantôt ils sont en couches, en dépôts, en stalactites, en incrustations ; tantôt ils sont cristallisés dans des cavités souterraines : souvent ils sont dissous dans les eaux ; mais jamais on ne les rencontre en masses comme les sulfures.

49. La valeur des métaux dans le commerce, et le profit qu'ils rapportent à ceux qui les possèdent, proportionné au rang qu'ils occupent dans l'estime des hommes, ont fait souvent donner aux mines des noms qui ne représentent que très-infidèlement leur véritable nature : c'est ainsi qu'on nomme mines d'or et mines d'argent, quelquefois mines de cuivre, celles qui, appartenant réellement à d'autres métaux par la proportion qu'elles en contiennent, donnent cependant assez d'or, d'argent ou de cuivre, pour couvrir avec avantage les frais d'exploitation.

50. Cette manière de faire a jeté beaucoup de trouble et de

confusion dans la minéralogie ; et quoique plusieurs auteurs aient adopté à cet égard la nomenclature des mineurs, qui ne considèrent que le produit précieux, et non les proportions de tous les composans, il est évident que les minéralogistes doivent suivre la route contraire, et rapporter chaque mine au métal qui y est contenu le plus abondamment : car il est très-fréquent que des minérais renferment de trois à cinq ou six métaux différens, unis à un ou à plusieurs minéralisateurs tout-à-la-fois.

51. Il y a donc trois manières de distingner et de classer les mines métalliques. L'une, et c'est celle des mineurs, n'a égard qu'au métal précieux qu'on peut en retirer : ce n'est point une méthode, mais un simple langage d'ouvriers, qui exprime le but de leurs travaux, ou la fin vers laquelle ils tendent ; il ne peut que nuire à la science, quand on veut l'y appliquer. L'autre consiste à rapporter chaque mine au métal dont elle est le plus chargée, et conséquemment à suivre, pour leur classification et leur distribution, la série même des métaux : on fera usage de celle-là dans l'histoire de chaque métal. La troisième, en considérant les mines presque abstractivement des métaux auxquels elles pourraient se rapporter, et en ne les envisageant que comme des composés naturels, les dispose ou les ordonne entre eux suivant le nombre et la proportion de leurs principes. Cette méthode générale et vraiment minéralogique peut servir à classer régulièrement les productions minérales de la nature : on en présentera une esquisse dans la section qui fera suite à celle-ci.

§. V.

De l'art d'essayer les mines, ou de la docimasie.

52. C'est par les travaux successifs dans l'art d'essayer les mines, ou dans l'analyse des combinaisons naturelles des

métaux avec les différentes substances qui les minéralisent, que l'on est parvenu à distinguer ces composés, à les classer et à les rapporter aux métaux auxquels chacune d'elles appartient : sans cet art, aucune propriété physique ou apparente n'aurait pu guider les hommes dans cette distinction ; et la connaissance des mines serait restée dans l'état d'incertitude, d'erreur et d'enfance où elle a langui si long-temps avant les recherches des chimistes modernes.

53. On a d'abord essayé les mines dans la vue simple de savoir le parti qu'on pouvait en tirer, la nature et la quantité des substances métalliques qu'on pouvait espérer d'en obtenir, et pour guider les mineurs dans les travaux qu'ils doivent entreprendre et consacrer à l'exploitation de chaque genre de mines. Cette intention n'avait pas pour but, dans les premiers temps, de faire une analyse exacte des minérais, et de reconnaître avec précision leur nature ou l'ordre de leurs compositions : les métaux qu'elles contenaient, leur proportion, la facilité ou la difficulté de les obtenir, le calcul des déchets et des frais que leur exploitation pourrait donner ou exiger, voilà les seules vues qui ont d'abord animé les chimistes ; et, jusque-là, l'art docimastique devait être borné au simple usage des mineurs. Mais d'habiles chimistes ayant été souvent consultés sur cet art, et la multiplicité des variétés qu'on observait dans les diverses modifications d'une mine du même métal ayant frappé ceux qui étaient chargés de les examiner, la docimasie s'est bientôt perfectionnée ; elle est devenue une des branches les plus importantes de la chimie ; ses résultats n'ont plus été bornés à connaître les seuls produits métalliques ; ils se sont étendus sur les différentes matières qui minéralisaient les métaux, sur leur proportion, leurs adhérences, leurs attractions, leurs diverses modifications ou manières d'être.

54. Ainsi l'art s'est élevé à de nouvelles conceptions : il est lié avec les connaissances minéralogiques ; il est devenu

une partie essentielle de cette branche de l'histoire naturelle, qu'il a portée à une grande perfection. Ainsi l'on a été conduit à distinguer deux parties dans la docimasie : l'une, qui s'attache uniquement à éclairer la métallurgie, au point qu'elle doit la précéder et la diriger dans ses procédés ; l'autre, qui, considérant son sujet dans une plus vaste étendue, ne se contente pas de s'appliquer à la recherche du métal et des moyens de l'extraire le plus facilement possible, mais se propose de déterminer avec exactitude les matériaux des mines, de les comparer entre elles, et de fournir les moyens de les rapprocher systématiquement. La première n'a pour but que l'assurance des pratiques métallurgiques ; l'autre, en remplissant le même objet, éclaire en même temps le minéralogiste qui veut classer les fossiles métallifères, et le géologiste qui desire connaître leur formation, leurs altérations, leurs passages et leurs rapports respectifs dans la nature. Le chimiste doit considérer la docimasie sous ce double point de vue, pour bien concevoir les propriétés des métaux.

55. Quoique les travaux docimastiques puissent en général être considérés comme réellement différens, suivant les mines sur lesquelles on opère, ils ont cependant tous un rapport ou une ressemblance qui doivent les faire regarder comme une opération à peu près analogue pour tous les minéraux, au moins lorsqu'on les envisage par rapport à l'art du mineur. On choisit d'abord les échantillons de la mine parmi les riches, les pauvres et les moyens : c'est ce qu'on nomme *lotir* ou arranger en lots. On les pulvérise, on les casse dans une sebille de bois pour enlever la gangue pierreuse légère, et rassembler le minérai au fond du vase ; on les grille dans une écuelle de terre recouverte d'un vase semblable, pour éviter la perte par la décrépitation : la matière volatile, ou partie du minéralisateur, se dissipe en vapeur dans l'atmosphère, et la portion métallique s'oxide. On tient la mine rouge de feu jusqu'à ce qu'elle n'exhale plus de vapeur sen-

sible. Le poids qu'elle a après le grillage fait connaître la proportion de matière volatile qu'elle contient. La mine grillée est ensuite mêlée avec trois fois son poids de *flux noir*, ou de tartre à moitié brûlé par le nitre, et un peu de muriate de soude. Le carbone du flux désoxide le métal ; l'alcali fait fondre la gangue, et le sel marin recouvre la substance métallique, dont il empêche l'oxidation. Quand la fusion est complète, on laisse refroidir le mélange ; et l'on trouve ensuite, sous une scorie bien fondue et bien homogène, le métal rassemblé en un seul culot, dont le poids et la nature indique ce qu'on peut attendre du travail métallurgique.

56. L'essai souffre souvent quelques modifications relatives à la nature diverse de la mine.

Quelquefois il faut des fondans plus actifs que le flux noir, sur-tout pour les mines plus réfractaires ou plus infusibles. Alors on prend le borax, le verre pilé avec la potasse ; souvent on ajoute de l'huile ou du suif pour favoriser la réduction des oxides métalliques. Quelquefois même on emploie les attractions électives pour déminéraliser un métal, en chauffant la mine avec un autre métal, à une plus forte attraction pour le soufre que n'en a celui qui est contenu dans la mine. Mais il est rare, dans ce cas, qu'une portion du métal employé ne se combine point à celui qu'on ajoute, et qu'il n'en altère pas la quantité et la qualité.

57. Rarement le métal obtenu par ce premier procédé est-il pur ; souvent un métal difficile à brûler, un métal parfait d'autrefois, contient un métal très-oxidable, jadis imparfait. Alors, pour l'en priver, on grille une seconde fois le métal, en le chauffant et en l'agitant avec le contact de l'air ; et, quoique ce procédé ne soit pas d'une exactitude extrême, il suffit cependant pour les résultats qui conviennent aux mineurs. Souvent cette manière d'essayer est encore trop exacte pour les besoins de la métallurgie ; car elle donne plus de produit métallique qu'on ne peut en espérer en grand, et elle

induit en erreur, outre qu'elle exige l'emploi et qu'elle reçoit l'influence des fondans, dont on ne peut pas faire usage dans les travaux métallurgiques. C'est pour cela qu'en se rapprochant plus de ceux-ci, on essaie de fondre simplement la mine à travers les charbons; et l'on se contente d'en aider l'action par les scories de fer ou le fiel de verre, matières à vil prix, et qu'on peut employer en grand.

58. Si cet essai peut suffire pour le mineur ou le métallurgiste, ceux qui cultivent la minéralogie et la chimie ne s'en contentent pas, parce qu'il ne fournit point les lumières dont ils ont besoin pour bien connaître et classer les minéraux. Il échappe une partie du métal en vapeur; il en reste dans les scories: le métal lui-même est plus ou moins impur; son minérai se dissipe et se confond dans les scories. Il faut donc substituer à cet essai irrégulier une analyse exacte par tous les moyens que l'art peut employer. Le grillage imparfait du premier doit être remplacé par la distillation régulière à la cornue, ou l'action du feu dans des vaisseaux fermés de manière à recueillir les produits solides, liquides ou aériformes que le calorique en dégage, à en connaître la nature, et à en déterminer la quantité; on estime en même temps la fusibilité de la mine, après avoir décrit avec soin auparavant ses formes, son tissu, sa couleur, sa pesanteur spécifique, et même sa couleur et toutes ses propriétés physiques.

59. La méthode la plus sévère et la plus utile d'analyser les mines, ou d'en faire un essai chimique complet, consiste sur-tout dans leur traitement par les acides qui dissolvent les métaux sans toucher aux minéralisateurs, sur-tout au soufre. Pour cela, cependant, il faut employer les acides sulfurique ou muriatique; car le nitrique, sur-tout quand il est trop fort, brûle le soufre, trompe sur sa quantité, et change souvent la nature de la mine. On doit même se servir des acides sulfurique ou muriatique affaiblis dans le plus grand

nombre des cas. Les matières non dissoutes et bien lavées indiquent la proportion du minéralisateur, ainsi que sa nature. Le métal dissous est précipité par des alcalis, des prussiates, de l'eau hidrosulfurée, et souvent même par d'autres métaux qui, ayant plus d'attraction que lui pour l'oxigène, le désoxident et le séparent des acides, dans lesquels ils prennent sa place. En général, il est aisé de voir que ce genre d'analyse, qui n'est ici indiqué que d'une manière générale, suppose et exige une grande et entière connaissance de l'action de tous les corps sur les métaux divers ; car tous les corps, bien connus une fois dans leur action, peuvent devenir autant d'instrumens très-utiles pour analyser les mines. On en verra des preuves nombreuses dans l'histoire de chaque métal en particulier.

§. VI.

Des travaux en grand sur les mines, ou de la métallurgie.

60. Une fois assuré par l'effet docimastique qu'une mine peut être exploitée avec avantage, on y procède, dans les travaux métallurgiques, après avoir extrait cette mine à l'aide de tous les moyens mécaniques que l'art possède, et qui consistent à creuser des puits, à percer des galeries, à employer diverses machines pour tirer de l'eau, renouveler l'air, monter la mine, favoriser l'accès des mineurs à l'aide d'échelles ou de cordages, prévenir les éboulemens des terres, etc.

61. Ces premiers procédés d'extraction du minérai, éclairés par les lumières de la géométrie, de la mécanique, de la minéralogie, de la géologie, de la géométrie souterraine, fondés aussi sur la connaissance des constructions de la charpente, exigeant la réunion de beaucoup de talens divers, soutenus d'ailleurs par le courage, la patience, la constance dans les entreprises, constituent un art très-important, qui demande de longues et sérieuses études, l'application conti-

nuelle de l'observation, de l'expérience et de la pratique aux plus profondes méditations théoriques : c'est celui de l'*ingénieur des mines*. Quoiqu'il paroisse étranger aux chimistes, ils ne doivent pas ignorer ses premières notions, qui précèdent nécessairement l'intelligence du traitement métallurgique des mines. Voici les bases de l'art de les extraire de la terre.

62. En général, après avoir sondé un terrain qui contient des mines, ou avoir réuni plusieurs indices sur leur existence, on creuse dans le terrain un puits carré perpendiculaire assez large pour y placer des échelles droites, et sur lequel on pose des treuils destinés à monter ou à descendre des seaux ou des tonneaux; il faut quelquefois y mettre des pompes pour épuiser l'eau qui s'y rassemble. Si la mine est trop profonde pour qu'un seul puits conduise au sol du filon, on pratique, au fond du premier puits, une galerie horizontale, au bout de laquelle on creuse un second puits, et ainsi de suite jusqu'à ce que l'on soit parvenu au fond de la mine.

63. Lorsque la roche qu'on entame ainsi est dure, solide et capable de se soutenir d'elle-même, le puits n'a pas besoin d'être étayé; mais si elle est tendre, friable; si elle menace de s'ébouler après le creusement, alors on étançonne les puits et les galeries avec des pièces de charpente que l'on recouvre de planches dans tout le pourtour, afin de soutenir les terres et de retenir les fragmens qui s'en détacheraient peu à peu et pourraient blesser les ouvriers.

64. Une des pratiques les plus importantes de l'art d'exploiter les mines, a pour objet le renouvellement de l'air. Quand on peut pratiquer une galerie qui du bas d'un puits réponde dans la plaine, le courant d'air s'établit aisément par ce simple artifice. Quand cela n'est pas possible, on creuse un second puits, qui aboutit à l'extrémité de la galerie opposée à celle où se trouve le premier. Lorsque l'un de ces puits est plus bas que l'autre, la circulation et le renouvellement

de l'air sont faciles. Si les deux puits sont d'une égale hauteur, le courant ne pouvant pas s'établir spontanément, on le détermine en plaçant au haut de l'un d'eux un fourneau allumé.

65. Les dangers de l'eau qui inonde les ouvrages, en arrête l'activité et menace les ouvriers, ne sont pas moins nécessaires à prévenir que ceux de l'air. Si c'est de l'eau qui suinte peu à peu à travers les terres, on lui ménage une issue dans la plaine et dans la rivière la plus voisine, par le moyen d'une galerie de percement. Si elle se ramasse en plus grande quantité, ou s'il n'est pas possible de pratiquer cette galerie, on extrait l'eau à l'aide de pompes qui se meuvent, soit par l'eau elle-même, soit par l'air, soit par la vapeur d'eau introduite et condensée dans les cylindres. Ces dernières machines, nommées pompes à feu ou à vapeur, sont aujourd'hui beaucoup plus communes qu'autrefois. On a bien de la peine à se garantir quelquefois des masses énormes d'eau qui font irruption dans les mines lorsqu'on arrive, en creusant, à un vaste réservoir souterrain. Ces cas sont heureusement très-rares; on est cependant parvenu à les prévenir par des portes sourdes, épaisses et très-mobiles, que les ouvriers font jouer au moment où ils reconnaissent, au son particulier de la roche, l'arrivée prochaine de l'eau, et qui, en les séparant ainsi de ce liquide, leur donne le temps de se sauver.

66. Les fluides élastiques délétères qui se dégagent si souvent dans les cavités des mines, et sur-tout le gaz acide carbonique, et différentes espèces de gaz hidrogène mixtes plus ou moins pernicieux, sont encore un des ennemis les plus redoutables des mineurs. Les galeries, les feux, les ventilateurs, les inflammations à l'aide de torches portées de loin dans les parties des galeries méphitisées par les gaz inflammables, et sur-tout les divers moyens de faire arriver de l'air frais, sont les seuls remèdes que l'on puisse opposer à ces fléaux des souterrains.

67. Quand la mine qu'on découvre et qu'on extrait dans la terre à l'aide des pics, des pioches, de la poudre, etc., est sortie des souterrains et portée sur le sol, on lui fait subir toutes les opérations mécaniques et chimiques nécessaires pour en séparer le métal. Ces opérations consistent nécessairement dans le triage, le bocardage, le lavage, le grillage, le fondage et l'affinage. Quoique chacune de ces six manœuvres métallurgiques diffère plus ou moins, suivant la nature et l'espèce de mines qui en sont le sujet, elles sont cependant toutes plus ou moins nécessaires à chaque mine, et elles ont, dans quelque espèce qu'on les considère, comme dans quelques lieux qu'on les pratique, et quelques variétés qu'elles offrent dans leur manipulation, toujours quelque chose de commun qui permet qu'on les décrive d'une manière générale.

68. Le triage consiste dans la séparation que l'on fait, après l'extraction, des différens morceaux de mines qui exigent souvent quelque traitement différent, ou qui doivent donner des produits divers, suivant leur richesse et leur nature. Il n'a guère lieu que dans les mines riches, précieuses, ou d'un grand rapport, comme celles d'or, d'argent, etc. Il est confié à un habile ouvrier, à un homme très-exercé dans le travail des mines, à un des maîtres mineurs.

69. Quand la mine est triée on la fait passer au bocard: c'est un instrument de broiement, une espèce de grand mortier, ou auge alongée dans laquelle se meuvent de haut en bas, à l'aide de roues et de mentonnets, des pièces de bois verticales terminées par une surface de fer arrondie comme celle d'un pilon. L'élévation et l'abaissement alternatifs de ces espèces de pilons, mus par l'eau, par l'air ou par le feu, concassent et broient la mine avec sa gangue qui l'accompagne.

70. Du bocard la mine pilée passe au lavage, qui se fait par beaucoup de manœuvres différentes, ou à la main, dans des sebiles de bois, ou dans des auges que traversent un courant d'eau, ou sur le bord d'un ruisseau, ou au sein même

de son cours, ou sur des tables inclinées, garnies de drap destiné à arrêter les fragmens irréguliers et crochus de la mine. Cette dernière machine n'est employée que dans des mines riches, et précieuses par l'abondance de leur métal. Dans tous ces procédés, l'eau agitée entraîne en s'écoulant les pierres et la gangue, plus légères que la mine, qui se précipite et qui occupe le fond des divers ustensiles à l'aide desquels on opère le lavage.

71. Le grillage a pour but d'attendrir la mine, de la diviser, de la réduire en très-petites parcelles, ou d'en séparer, par la volatilisation à l'acide du feu, la plus grande partie du minéralisateur qui y masque les propriétés du métal. On le pratique par beaucoup de moyens ou de procédés différens, suivant le genre des mines, suivant la force ou l'étendue qu'on veut lui donner, suivant le degré d'adhérence et la proportion du minéralisateur, soufre ou arsenic, et quelquefois tous deux ensemble, qu'on veut séparer. Tantôt c'est dans l'air, tantôt c'est dans des fourneaux et pêle-mêle avec les charbons qu'on grille; quelquefois il faut des fourneaux particuliers pour cette opération, dans d'autres cas elle se fait dans ceux qui servent ensuite à fondre.

72. Le fondage, ou l'art de fondre les mines après leur grillage, est la principale et la plus importante opération métallurgique; toutes les autres n'en sont que le préliminaire ou la préparation. C'est vers celle-ci que se dirige toute l'attention du mineur; c'est celle à laquelle tous ses efforts sont appliqués, parce qu'elle fournit le véritable produit utile, celui qui réunit son vœu. Quoiqu'elle consiste en général à fondre la mine grillée pour en extraire le métal; quoique, sous ce point de vue, elle semble présenter une opération simple et égale, il n'en est pas qui diffère autant, suivant l'espèce de métal et de mine à laquelle on a affaire : aussi les fourneaux qui y servent, la nature et la masse du combustible qu'on y emploie, son énergie, sa durée, son administration,

l'addition de telle ou telle matière fondante, le chauffage à nu à travers les charbons ou dans des creusets, l'époque, le temps et le mode de couler le métal fondu; tout, jusqu'à la forme du métal qui en sort, varie et présente à l'observateur des différences très-remarquables. On y reviendra dans l'histoire de chaque métal en particulier.

73. Quand on a fondu la mine, quand on en a retiré le métal, tout n'est pas encore fini. Presque jamais ce métal n'est pur et seul : ou il est altéré par quelques substances étrangères encore à sa nature métallique, ou il contient quelque portion d'un autre métal qui masque les propriétés de celui qu'on veut obtenir pur, ou bien il recèle une partie d'un métal plus précieux que toute la masse, et qu'il est nécessaire d'en extraire, ou enfin c'est un alliage, dans de grandes proportions réciproques, de plusieurs métaux qu'on doit séparer les uns des autres. Ces divers objets à remplir, et dont les pratiques doivent varier comme on le voit par leur simple énoncé, appartiennent à la dernière opération du traitement des mines en grand. On renferme, on comprend toutes les opérations qui y sont relatives sous la dénomination générale d'affinage, parce qu'en effet le but est toujours d'obtenir un métal pur. On exposera, à l'article de chaque métal, ce qu'on fait pour affiner chaque espèce.

§. VII.

De l'oxidabilité ou de la combustibilité des métaux par l'air.

74. Tout ce qu'on a dit jusqu'ici des métaux en général n'a que des rapports éloignés avec leurs propriétés chimiques, ou au moins ne peut recevoir de développemens plus exacts et offrir à l'esprit des résultats plus précis, que par l'étude de ces dernières propriétés. Il est donc essentiel de s'attacher à celles-ci, de bien connaître ce qu'elles présentent de carac-

téristique pour les substances métalliques. C'est aussi à l'examen de ces propriétés que les six derniers paragraphes de cette histoire du genre métallique seront consacrés. On y passera successivement en revue leur manière d'être altérés par l'air, leur combinaison avec les corps combustibles, leur action sur l'eau et les oxides en général, celle qu'ils exercent sur les acides, leurs rapports avec les bases salifiables, enfin celui qu'ils ont avec les sels. Ces six divisions comprendront tout ce qu'on peut savoir sur les compositions chimiques des métaux; et l'on verra que le même ordre, suivi avec quelque modification pour les espèces, rendra leur histoire aussi complète qu'exacte.

75. Séparer l'oxidabilité des métaux par l'air, ou leur combustibilité proprement dite de toutes leurs autres propriétés chimiques, c'est annoncer qu'elle mérite toute l'attention de ceux qui les étudient. C'est en effet comme le caractère fondamental le plus saillant, le plus important des métaux; c'est en même temps la clef de tous les phénomènes qu'ils offrent dans leurs combinaisons. L'oxidabilité de ces corps par l'air varie, non seulement suivant leurs espèces, comme on le verra dans l'histoire de celle-ci, elles varient encore,

A. Soit par la température à laquelle elle s'opère;

B. Soit par la facilité avec laquelle elle s'exécute;

C. Soit par la différence qui naît de la température même;

D. Soit par la proportion de l'oxigène qu'elle exige;

E. Soit par les phénomènes qui l'accompagnent;

F. Soit par les attractions diverses du principe oxidant par les métaux;

G. Soit par l'état de l'oxigène dans les minéraux oxidés;

H. Soit enfin par les caractères que prennent, à mesure qu'ils l'éprouvent, les oxides métalliques. Pour en avoir une idée exacte, il faut considérer chacun de ces points en particulier.

76. L'oxidabilité par l'air commence, dans quelques métaux, à la température la plus basse, tandis qu'il en est d'au-

tres qui exigent une énorme chaleur. Le manganèse, le fer, par exemple, brûlent à toutes les températures; l'argent, l'or et le platine, au contraire, ne brûlent que lorsqu'ils sont extrêmement échauffés : tous les autres métaux tiennent le milieu entre ces deux extrémités. C'est pour cela que, regardant autrefois l'oxidation des métaux comme une espèce de destruction, parce qu'en effet ils perdent leurs propriétés métalliques et éprouvent un grand déchet pour les arts, les chimistes regardaient l'or et l'argent comme des métaux indestructibles, et le fer, au contraire, comme le plus destructible des métaux; mais il est évident que ce n'est qu'une différence spécifique entre eux, qu'elle n'est vraiment relative qu'au temps qu'exige proportionnellement l'oxidabilité : car il n'est pas un seul métal qui, exposé pendant des temps suffisans à l'air, ne se brûle à la fin par la seule température de l'atmosphère.

77. La facilité de l'oxidabilité est la suite de la propriété précédente. Quelques métaux se brûlent en s'oxidant si facilement, qu'il faut les défendre du contact de l'air si on veut conserver leur brillant et leur solidité : tels sont le fer, l'étain, le plomb, le cuivre, le manganèse, qu'on ne défend bien de leur altérabilité par l'air qu'en les couvrant d'un vernis ou en les enduisant d'une autre couche ou lame métallique. Il en est au contraire qui n'éprouvent presque aucun changement, même dans leur poli, comme l'or et le platine.

78. Ce n'est pas seulement par la manière dont les métaux exigent une élévation de température, qu'ils diffèrent dans leur oxidabilité; c'est presque pour tous au moins la diversité même du mode de leur oxidation qui marque chez eux la différence de la température à laquelle on les expose. En général ils tendent tous à s'oxider d'autant plus facilement, d'une part, et à s'oxider davantage, à absorber plus d'oxigène, de l'autre, qu'on les chauffe davantage. Il y a plus, la plupart des métaux s'oxident d'une manière déterminée à une température

déterminée; et l'on peut, d'après cela, apprécier l'état de leur oxidation par la chaleur qu'on leur a donnée.

Presque toujours l'élévation de la température, dans les métaux, fait naître la rapidité dans l'oxidation, et élève cette propriété jusqu'à la combustion ou l'inflammation proprement dite. C'est ainsi qu'en jetant des limailles fines de métaux sur des brasiers bien ardens ou à travers des flammes fortes, elles forment en brûlant des étincelles vives et brillantes qui dépendent de la chaleur vive qu'ils éprouvent; c'est encore par la même cause que le fer ou l'acier, choqué fortement et déchiré par le choc des pierres silicées, brûle avec une flamme vive dans l'air, par la grande chaleur que cette percussion lui communique.

79. La proportion de l'oxigène qui s'unit aux métaux pendant leur oxidation est encore une des circonstances qui font varier ce phénomène. Ils diffèrent tous entre eux par cette proportion, et exigent conséquemment un plus ou moins grand contact de l'air pour brûler. Chaque métal d'ailleurs varie encore lui-même par la quantité d'oxigène qu'il prend dans l'air, suivant la manière dont on le brûle et la température à laquelle on l'élève.

80. Dans toutes les limites des conditions et des circonstances dont il a été parlé, les phénomènes de l'oxidation des métaux sont divers : tantôt le métal rougit et s'enflamme, tantôt il s'oxide sans se fondre, ou ne s'oxide qu'après avoir été fondu. Quelquefois il se couvre d'une simple croûte cassante, ou d'une poussière adhérente; d'autres fois, c'est une pellicule irisée et non adhérente qui se forme à sa surface : toujours il se ternit, perd son brillant et sa couleur, et en prend une qui annonce son oxidation.

81. L'oxigène, en se fixant dans les métaux à mesure qu'ils se brûlent par leur exposition plus ou moins longue à l'air, ou y contracte une adhérence, ou s'y unit avec une attraction qui est particulière à chacun d'eux, et dont le degré est

fort important à connaître pour une foule d'opérations et de résultats chimiques. C'est de là que dépend la difficulté plus ou moins grande de séparer l'oxigène uni aux métaux, et la nécessité d'employer quelquefois les corps qui l'attirent le plus, pour l'en séparer.

82. Il faut encore observer, pendant la fixation de l'oxigène atmosphérique dans les substances métalliques, le mode même de cette fixation et l'état que ce principe y acquiert. Dans les uns il est absorbé, très-solide, et en perdant beaucoup de calorique; dans d'autres il se précipite sans abandonner la même quantité de son dissolvant : de sorte que si on oxidait les divers métaux au milieu du calorimètre, la quantité de glace fondue pourrait servir à déterminer la proportion du calorique dégagé de l'air par chacun d'eux, et conséquemment l'état de solidité que l'oxigène y contracte. Cette proportion répond à la manière dont peut s'opérer leur décombustion ou leur désoxidation. Ceux qui ont absorbé l'oxigène le moins solide ou retenant le plus de calorique, se réduisent facilement par le calorique ou la lumière; ceux au contraire dans lesquels l'oxigène, en se fixant, a perdu beaucoup de son dissolvant, ne sont débrûlés ou désoxidés, et conséquemment rappelés à l'état métallique, que par une grande accumulation de calorique; le plus grand nombre exige même l'addition des corps qui ont plus d'attraction pour l'oxigène que n'en ont les métaux.

83. Quant aux caractères qui distinguent les oxides métalliques faits par le contact de l'air, ils sont tous variés dans les espèces différentes, comme on le verra plus bas : mais ils en ont en même temps certains qui se rencontrent dans tous, et par lesquels ils diffèrent des métaux; c'est sur ceux-là qu'il faut porter ici son attention. Tous les oxides ont la forme de poussière, ou sont fragiles et faciles à réduire en poudre; ils présentent toutes les nuances de couleurs possibles, depuis le blanc et le gris, jusqu'au brun, et au rouge foncé; ils pèsent

plus que les autres métaux d'où ils proviennent ; et cette augmentation va depuis quelques centièmes jusqu'à plus de la moitié de leur poids ; ils ressemblent à des terres : aussi les avait-on nommés autrefois *terres* ou *chaux métalliques*. Les uns repassent à leur état métallique par le seul contact de la lumière ou du calorique ; les autres, sans y passer entièrement, ne font que s'en rapprocher ; d'autres exigent l'addition du carbone rouge de feu, qui attire leur principe oxidant : il en est qui semblent être irréductibles. Ceux-ci sont fusibles au feu, et donnent des verres plus ou moins colorés, transparens, et servent même de fondans aux terres : ceux-là, au contraire, résistent au plus grand feu, et troublent même la transparence des verres dans lesquels on les fait entrer. Quelques oxides sont volatils ; la plupart sont fixes. On trouve dans les uns une saveur âcre et caustique, une dissolubilité plus ou moins grande dans l'eau, et même une qualité acide ; dans d'autres, point de saveur, point de dissolubilité. Il en est qui s'unissent aux alcalis, comme le feroient les acides, tandis que le plus grand nombre se dissolvent dans les acides, et les saturent à la manière des bases terreuses et alcalines : les uns brûlent les corps combustibles avec flamme, parce qu'ils contiennent l'oxigène peu solide ; la plupart, au contraire, ne les brûlent que lentement, et sans aucune trace d'inflammation.

§. VIII.

Des combinaisons des métaux avec les corps combustibles.

84. Il a déja été parlé, dans la seconde section de cet ouvrage, de l'union des substances métalliques avec les corps combustibles : on ne rappellera donc ici quelques-unes des généralités relatives à ces combinaisons, que pour rendre complète l'histoire des métaux ; et l'on insistera sur quelques-

unes qui n'ont point été indiquées ou qui l'ont été trop rapidement à cet article, où il n'étoit question que de placer les métaux dans la série des corps combustibles indécomposés, et de les comparer à ceux qu'on avait déja traités auparavant.

85. On a vu qu'on ne connaissait pas encore d'union entre l'azote, l'hidrogène, le diamant et les métaux; il n'est cependant pas invraisemblable que ces combinaisons existent, et que si on ne les a encore ni trouvées dans la nature, ni opérées par l'art, c'est parce que les procédés chimiques d'analyse et de synthèse sont encore bien loin d'être assez perfectionnés pour pouvoir former ou reconnaître de pareils composés. On sait maintenant que le gaz hidrogène est susceptible de tenir en dissolution plusieurs substances métalliques, spécialement l'arsenic, le zinc et le fer. On vient de découvrir que le diamant se combine très-bien par la fusion avec le fer, et le convertit en acier; ce qui rapproche de plus en plus ce corps combustible du carbone pur.

86. Quoiqu'on n'ait encore reconnu qu'une combinaison de carbone avec un métal, il n'est pas permis de douter qu'il ne doive en exister plusieurs autres, et que la plupart des substances métalliques ne soient susceptibles de s'unir à ce corps combustible. La nature forme vraisemblablement ces combinaisons; et les singulières propriétés que présente le fer dans son union avec le carbone prouvent qu'il y a beaucoup de découvertes à faire sur cet objet, qui touche de si près à la minéralogie, à la géologie, et à tous les arts relatifs aux métaux.

87. Si on ne connaît pas encore de métaux carbonés ou de carbures métalliques, excepté le fer, on sait au moins, depuis long-temps, que les oxides métalliques éprouvent tous une décomposition plus ou moins prononcée par le carbone: ce corps s'empare de l'oxigène des oxides, brûle, ou avec flamme, comme cela a lieu avec l'oxide rouge de mercure à une haute température, ou tacitement et sans flamme; il forme de l'acide

carbonique qui se dégage en gaz, et laisse les métaux dans leur état métallique. On peut même déterminer, par cette décomposition, la proportion d'oxigène que contiennent les oxides, d'après la quantité de cet acide obtenu, et doser assez bien les matières pour réduire complétement un mélange de carbone et d'oxide métallique au double état de métal et d'acide carbonique sans résidu. Le succès de ce dernier résultat, obtenu par Lavoisier, suppose qu'on connaît bien la nature d'un oxide et la quantité d'oxigène qu'il contient ; connaissance qui s'acquiert par une première opération, dans laquelle on doit estimer auparavant la dose d'acide carbonique qui se forme pendant sa réduction.

88. On ignorait autrefois les composés nommés phosphures métalliques, que Pelletier a obtenus si facilement en réduisant de l'acide phosphorique vitreux mêlé avec des métaux et du charbon, et qu'on obtient de même en traitant aussi avec du charbon et par un grand feu les phosphates métalliques. J'ai déja dit ailleurs que ces composés, dont je soupçonne l'existence dans la nature, quoiqu'aucune expérience ne l'ait encore annoncée aux chimistes, ne sont que peu combustibles à l'air ; qu'ils ont l'aspect métallique, grenu, brillant ; qu'ils sont cassans, fusibles, décomposables à un grand feu. J'ajouterai ici que la plupart des phosphures métalliques sont décomposables à l'aide du calorique.

89. Les sulfures métalliques que la nature présente si abondamment et si multipliés, qui forment les mines les plus communes, offrent pour propriétés remarquables, soit qu'on les prenne naturels et fossiles, soit qu'on les ait fabriqués par art, la décomposition à l'aide d'un grand feu, la fusibilité facile pour les métaux infusibles ou peu fusibles par eux-mêmes, la difficulté de se fondre pour les métaux très-fusibles, la sulfalisation par le contact de l'air, leur analyse plus ou moins facile par les acides qui dissolvent le métal et séparent le soufre, la dissolubilité et la formation d'oxides

sulfurés et hidrosulfurés par les alcalis. Il faut distinguer aussi les métaux qui s'unissent mieux au soufre après avoir été oxidés, de ceux qui s'y combinent sans oxidation; leurs combinaisons avec l'hidrosulfure, et leur diverse attraction pour le soufre, qui permet aux chimistes de décomposer quelques sulfures métalliques par d'autres métaux, comme le sulfure d'antimoine par le fer, etc.

90. Les métaux s'unissent en général très-bien entre eux, quoiqu'il y ait à cet égard quelques exceptions remarquables. On nomme en général ces combinaisons des alliages; le mercure, en les formant, ramollit et dissout même la plupart des métaux: aussi a-t-on donné à ceux-ci le nom particulier d'amalgames. On peut même unir cinq à six métaux entre eux, et former ainsi des alliages compliqués dont les arts tirent quelquefois de grands usages, et que l'analyse docimastique doit savoir séparer et bien connaître. Une foule de ces composés métalliques sont employés et connus. Jamais les métaux, en s'unissant entre eux par la fonte, ne conservent ni la même densité ni le même tissu qu'ils avaient séparément, ni la pesanteur moyenne que le calcul de proportion indique dans leur combinaison. Les alliages sont toujours ou plus denses ou plus rares que la somme de leur densité primitive ne l'indiquait: ils ont aussi tous des propriétés nouvelles dans leur fusibilité, leur capacité pour le calorique, leur combustibilité, etc., etc.

§. IX.

De l'action réciproque des métaux, de l'eau et des oxides.

91. On n'a point assez estimé encore la découverte de la décomposition de l'eau; on ne l'a point mise à un assez haut prix, par le rang qu'elle tient parmi les plus beaux travaux de la fin de notre siècle, et par les immenses avantages

qu'elle a fait naître pour la théorie de la science de la nature. L'histoire des métaux y a gagné une foule d'explications de phénomènes qui n'avoient pas été compris, et qui ne l'auraient jamais été sans cette importante découverte, l'une des plus belles et des plus étonnantes qu'on doive à la chimie moderne.

92. Il n'y a cependant que bien peu de métaux qui aient par eux-mêmes la propriété de décomposer l'eau, puisque l'hidrogène, à l'état de gaz, décompose la plupart des oxides métalliques, quelques-uns à froid, le plus grand nombre à l'aide du calorique; ce qui prouve que ce principe a plus d'attraction pour l'oxigène, que n'en ont en général les métaux: il faut même ajouter à cela qu'il décompose les oxides des métaux susceptibles eux-mêmes de décomposer l'eau, lorsqu'il sont, à la vérité, dans un état d'oxidation plus avancé que celui où l'oxigène enlevé à l'hidrogène ne peut les porter.

93. Il faut distinguer, par rapport à l'action des métaux sur l'eau, quatre classes de ces corps : les uns la décomposent à froid, et ils n'ont besoin d'aucun auxiliaire pour cela; un peu de temps seulement est nécessaire à cette décomposition. C'est ainsi que le fer, mis en contact avec de l'eau froide, exige plusieurs jours pour en séparer l'hidrogène, et en absorber l'oxigène, comme on le voit dans la préparation de l'oxide noir, ou de l'*éthiops martial* de Lémery, fait suivant le premier procédé. Le zinc appartient aussi à cette classe, ainsi que le manganèse.

94. La seconde classe renferme ceux qui ne pouvant pas décomposer immédiatement l'eau à froid, en deviennent capables à une forte chaleur, à la température rouge: il est vraisemblable qu'il y a beaucoup plus de métaux qu'on ne croit dans ce cas; l'antimoine et l'étain sont spécialement dans cet ordre. On conçoit bien que ceux de la première classe acquièrent, par une haute température, la propriété de décomposer l'eau beaucoup plus fortement et plus abondamment qu'ils ne le font à froid.

95. A la troisième classe, je rapporte les métaux qui ne pouvant jamais décomposer l'eau ni à froid ni à chaud, tant qu'ils agissent seuls sur cet oxide d'hidrogène, requièrent cette propriété, par l'attraction prédisposante que les acides, ou même quelquefois les alcalis y portent, par leur tendance à s'unir aux oxides métalliques. On reconnaît cette propriété dans le cuivre, le plomb, le bismuth, etc. Elle n'est alors qu'augmentée et accélérée dans les métaux des deux premières classes.

96. Je range dans la quatrième classe les métaux qui n'ont, ni par attraction simple, ni par attraction prédisposante, ni par aucune réunion de forces attractives quelconques, la propriété de décomposer l'eau, et qui conséquemment ne donnent jamais de gaz hidrogène dans quelque circonstance que ce soit de leurs combinaisons chimiques. Le mercure, l'argent, l'or et le platine sont les seuls de cette classe, et il est aisé de reconnaître que cette propriété coïncide avec leur peu d'attraction pour l'oxigène, et avec la facilité que ce principe a pour s'en séparer.

97. Cette action des métaux sur l'eau, une fois bien exactement déterminée, il ne sera plus difficile de rendre raison des phénomènes qu'ils présentent avec les acides, de l'effervescence vive, et du dégagement abondant de gaz hidrogène qui accompagnent leurs dissolutions, de la réduction de la plupart de leurs oxides par le gaz hidrogène, et de beaucoup d'autres circonstances qui étaient inintelligibles et inexplicables dans toutes les époques de la chimie qui ont précédé la découverte de la nature de l'eau.

98. Quant aux oxides, il ne paraît pas qu'il y en ait d'autres dont l'action sur les métaux en général mérite d'être déterminée, que ceux des métaux eux-mêmes, puisqu'on n'a rien vu ou encore rien déterminé relativement à l'effet des oxides d'azote, de phosphore et de soufre sur les substances métalliques. Il y a trois circonstances générales à apprécier entre les métaux et leurs oxides. La première est relative à la

réaction de ces corps sur leurs oxides propres dans quelques cas. Quoiqu'on ait dit que jamais un oxide ne s'unissait avec son propre métal, ce qui est vrai en général, il est très-remarquable que si on chauffe un métal avec son oxide le plus oxidé possible, souvent, pour ne pas dire toujours, ce métal prend à son oxide la portion de l'oxigène qui y adhère le moins, ou qui a été la dernière ajoutée, le désoxide ainsi en partie, forme avec lui une sorte d'équilibre d'oxidation. C'est ainsi que l'oxide rouge de fer, chauffé avec de la limaille de ce métal, fait passer celle-ci, en y passant lui-même, à l'état d'oxide noir. La seconde circonstance tient à l'attraction plus forte du métal pour l'oxigène, que celle qui existe dans l'oxide. Dans ce cas, ce dernier est désoxidé; le métal lui-même s'oxide, et quelquefois même avec flamme et lumière plus ou moins vive. Enfin, dans la troisième circonstance, le métal ajouté à un oxide a moins d'attraction pour l'oxigène que n'en a celui qui est oxidé; et alors il n'y a aucun changement entre ces deux corps.

§. X.

De l'action générale des acides sur les métaux, et des métaux sur les acides.

99. Comme c'est spécialement avec les acides que les chimistes ont traité les métaux, parce que ces agens leur ont toujours paru les plus capables de les altérer et de les caractériser entre eux; comme les combinaisons qu'ils sont susceptibles de former avec eux ont été l'objet des plus nombreuses recherches : cette partie de la chimie métallique est la plus remplie de faits, ainsi qu'on le reconnaîtra dans l'histoire des métaux en particulier. Il ne doit être question ici que de la plus grande généralité des phénomènes réciproques

que représentent les corps ; on ne doit par conséquent examiner cette action que sous le point de vue des acides.

100. Il faut observer d'abord, en général, qu'il n'y a aucune union entre les métaux et les acides sans que les premiers soient plus ou moins oxidés : ainsi ceux des oxides métalliques qui y sont dissolubles se dissolvent lentement et sans effervescence, tandis que leurs métaux eux-mêmes ne s'y dissolvent point sans mouvement et sans effervescence. Celle-ci est due à ce que les métaux augmentant tout-à-coup d'attraction pour l'oxigène, par le contact des acides, dégagent un autre principe qui prend la forme de gaz. Ce principe provient ou des acides eux-mêmes ou de l'eau. Dans le premier cas il est quelquefois différent, suivant les acides; dans le second, c'est toujours du gaz hidrogène qui se dégage plus ou moins altéré. Quelquefois les deux corps, l'acide et l'eau, sont décomposés tout à la fois par le métal : et alors ou il se dégage deux gaz mêlés, ou les deux principes de ces gaz s'unissent ensemble, et donnent naissance à un nouveau composé.

101. Les oxides métalliques ne peuvent s'unir ou rester unis aux acides qu'autant qu'ils contiennent chacun des quantités déterminées d'oxigène : en deçà de ces proportions ils ne s'y unissent point; au delà, ils les abandonnent et se précipitent. Chaque oxide en particulier ne peut même rester combiné avec chaque acide, que dans des limites souvent très-étroites d'oxidation. C'est pour cela que les dissolutions métalliques exposées à l'air, ou mises en contact avec des corps qui peuvent leur fournir de l'oxigène, se troublent et se précipitent à mesure qu'elles absordent plus de ce principe qu'elles n'en contenaient. Souvent même, seules et dans des vaisseaux bien fermés, les oxides qu'elles tiennent réagissent sur leurs acides par l'élévation de température, et elles se troublent et se décomposent par cette suroxidation spontanée.

102. Ceux des métaux qui ont le plus de tendance pour

s'oxider par l'action des acides, ne peuvent y rester unis ni former avec eux des dissolutions permanentes. On observe sur-tout ce phénomène dans les métaux acidifiables, ou dans ceux dont les oxides sont susceptibles de s'unir aux alcalis. Aussi ces métaux, plus oxidables que dissolubles dans les acides, se séparent-ils en oxides au fond de leurs prétendues dissolutions, et ne restent-ils que très-peu, et sur-tout pour très-peu de temps, dissous dans les acides.

103. Il n'existe donc de sels métalliques que dans le cas où les oxides sont susceptibles de rester unis aux acides, et ne tendent point à s'en séparer. Ils ne sont permanens que dans les circonstances où l'on n'augmente point leur attraction pour l'oxigène, ou lorsqu'on ne leur présente pas ce principe. Les sels métalliques sont toujours avec excès d'acides, et, de plus, âcres corrosifs et vénéneux pour la plupart. Leurs propriétés, pour être bien connues, exigent qu'on examine *a*, leur forme; *b*, leur saveur; *c*, leur altération par la lumière; *d*, leur fusion, leur dessèchement, leur volatilisation ou leur décomposition par le calorique; *e*, leur déliquescence, leur efflorescence ou leur décomposition plus ou moins complète par l'air; *f*, leur dissolubilité dans l'eau chaude ou froide, leur altération souvent très-forte par ce liquide; *g*, leur décomposition par les alcalis et les terres, la nature et la proportion des oxides que ces bases en précipitent, la formation des sels triples qui a lieu si fréquemment dans cette décomposition; *h*, l'altération de ces mêmes oxides au moment de leur précipitation, soit par le précipitant lui-même, soit par l'air, soit par l'eau; *i*, leur altération par les divers acides, leur décomposition ou leur non décomposition, les effets des attractions des acides pour les oxides métalliques, le changement de ceux-ci; *k*, l'action des sels terreux et alcalins, soit qu'elle consiste dans une simple union en sel triple, soit qu'elle présente une décomposition simple, double, nécessaire ou superflue; *l*, l'action réciproque des sels métalliques, les

uns sur les autres, qui se borne à une union surcomposée, au changement double de bases et d'acides, ou au déplacement d'oxigène qui précipite les deux oxides à la fois; *m*, enfin les altérations qu'y portent souvent les corps combustibles à froid ou à chaud; *m*, les désoxidations par le carbone chaud, celles opérées par le phosphore et par les métaux froids; les précipitations par les sulfures et les hidrosulfures. Après cet examen, l'histoire d'un sel métallique est aussi complète qu'elle peut l'être.

104. Non-seulement les divers oxides métalliques ont différens degrés d'attraction pour les acides, et doivent conséquemment influer par là sur les combinaisons qu'ils sont susceptibles de former avec ces corps; mais les métaux eux-mêmes, par la force de leur attraction pour l'oxigène, y influent encore d'une manière bien plus remarquable. Ainsi plusieurs métaux capables d'enlever l'oxigène à d'autres, plongés dans des dissolutions de ceux-ci par les acides, les font reparaître sous leur forme métallique, comme le mercure le fait par rapport à l'argent, le cuivre par rapport au mercure, le fer par rapport au cuivre. Quelquefois les métaux n'enlèvent aux oxides qu'une portion de leur oxigène; de sorte qu'ils ne les précipitent point dans l'état métallique, mais seulement dans un état de moindre oxidation : ainsi l'étain précipite l'or en oxide pourpre, et non en or brillant. Ce phénomène est de la plus grande importance pour une foule d'opérations des arts.

105. Après avoir exposé ce qu'il y a de plus général dans l'action réciproque des acides et des métaux, il faut voir maintenant la manière dont se comporte chaque acide relativement à ces corps combustibles, en considérant ici les acides sous le double rapport de leur nature, de leur composition connue ou inconnue, et de leur énergie ou attraction générale pour toutes les bases auxquelles ils peuvent s'unir; c'est-à-dire, en les disposant dans l'ordre suivant : acides sulfurique, sulfureux, nitrique, nitreux, phosphorique, phosphoreux, carbonique,

muriatique, muriatique oxigéné, fluorique et boracique. On ne dira rien ici des acides métalliques, parce qu'ils ne sont pas assez connus encore, et parce que leur histoire détaillée suivra de près cet article.

106. L'acide sulfurique concentré n'est décomposable par le plus grand nombre des métaux, qu'à l'aide de l'élévation de température : alors il se dégage du gaz acide sulfureux, et il se forme, ou des oxides, ou des sulfates métalliques, suivant la quantité respective de l'acide et des métaux. Si l'acide sulfurique est étendu d'eau, il favorise la décomposition de celle-ci par les métaux ; il se dégage abondamment du gaz hidrogène ; les métaux, à mesure qu'ils s'oxident, s'unissent à l'acide, et il se forme des sulfates plus abondans que dans la première circonstance. L'acide sulfureux agit d'une manière différente sur divers métaux : il dissout quelques-uns en faisant décomposer l'eau et dégageant du gaz hidrogène ; souvent il se décompose lui-même, cède de son oxigène aux métaux, laisse précipiter du soufre, qui s'unit aux sulfites, et les fait passer à l'état de sulfites métalliques sulfurés. Il est plusieurs métaux sur lesquels il n'a aucune action : comme ceux qu'il dissout en se décomposant ne donnent point d'effervescence pendant leur dissolution, il peut servir avec avantage pour l'analyse des alliages, des métaux carbonés, etc.

107. L'acide nitrique concentré n'agit souvent en aucune manière sur les métaux, parce qu'il a trop de densité. Quand on l'étend d'un peu d'eau, l'action commence ; il se dégage du gaz nitreux ; quelquefois même sa décomposition est si forte et si active, qu'il se sépare du gaz azote. Il est quelques cas où l'eau décomposée en même temps, à cause de la grande quantité d'oxigène absorbé par le métal, donne, par l'union de son hidrogène avec l'azote de l'acide, de l'ammoniaque, qui se fait sentir, sur-tout quand on ajoute de la chaux. Dans ces cas, le métal reste en oxide au fond du vase. Quand il

ne se dégage que du gaz nitreux lentement, le métal oxidé reste ordinairement en dissolution, et il se forme un nitrate métallique qui cristallise par refroidissement ou par évaporation. De tous les acides, celui-ci brûle le plus vîte et le plus complétement les métaux, quelquefois même avec flamme; ce qui forme les nitrates les moins permanens. Souvent aussi il agit sur des oxides peu oxidés, leur donne une nouvelle portion d'oxigène, et les fait passer à l'état d'acides quand ils en sont susceptibles. L'acide nitreux ne diffère pas sensiblement du nitrique par son action sur les métaux.

108. Les acides phosphorique et phosphoreux n'agissent que très-faiblement sur les métaux, en raison de la forte adhérence de leurs principes et de leur densité. En les chauffant cependant très-fortement, il se dégage à la fin du gaz hidrogène phosphoré. Il est quelques métaux parmi les plus oxidables, sur lesquels l'acide phosphorique agit mieux, et qu'il rend susceptibles de décomposer l'eau plus promptement qu'ils ne peuvent le faire seuls. Il se forme, dans les deux cas, des phosphates, et quelquefois des phosphites : ces derniers sont encore très-peu connus. Les phosphates métalliques sont ordinairement lourds, peu solubles, ou solubles seulement dans leur propre acide, peu ou point sapides, décomposables par plusieurs acides, décomposables par le charbon rouge qui les change en phosphures métalliques. Quand on chauffe fortement l'acide phosphorique vitreux avec des métaux, ceux-ci, en lui enlevant une portion de son oxigène, forment deux combinaisons à la fois de phosphates et de phosphures métalliques.

109. L'acide carbonique n'a qu'une action plus faible encore que tous les acides précédens sur les substances métalliques; il n'agit bien sensiblement que sur le zinc et sur le fer, en le prenant dissous dans l'eau. Celle-ci est légèrement décomposée : il se forme un peu de gaz hidrogène, plus reconnaissable par son odeur que par son dégagement, qui ne va jamais jusqu'à produire une effervescence. Les carbonates

métalliques sont dissolubles dans un excès d'acide carbonique, et se séparent de l'eau quand cet acide se dissipe. On en trouve quelques-uns fort abondamment dans la nature. L'acide carbonique, uni à une terre et dans l'état de carbonate, est quelquefois susceptible d'être décomposé par les métaux à l'aide de la chaleur rouge. C'est ainsi qu'en chauffant du carbonate de chaux avec du fer, à la vérité, en y ajoutant l'attraction de la silice ou du sable pour la chaux et l'oxide de fer, avec lesquels cette terre fusible tend à se vitrifier, le citoyen Clouet a obtenu de l'acier formé par l'union du fer avec le carbone séparé de l'acide carbonique. Un pareil effet sera sans doute observé, par la suite, de la part de plusieurs autres métaux.

110. L'acide muriatique ne dissout les métaux que lorsqu'ils sont susceptibles de décomposer l'eau par l'addition de sa propre attraction disposante ; alors il se dégage du gaz hidrogène : on remarque que souvent celui-ci est d'une fétidité tenace et singulière. Les métaux qui ne décomposent jamais l'eau ne sont point attaqués par cet acide ; mais leurs oxides s'y unissent facilement, sur-tout parce que trop oxidés pour se dissoudre dans les autres acides, ils cèdent d'abord à celui-ci l'excès de leur oxigène. C'est pour cela que l'acide muriatique dissout tous les oxides, les détache de la surface des vases, et les enlève si souvent aux autres acides, et sur-tout à l'acide nitrique : les muriates métalliques sont ou fixes ou fusibles, ou volatils et sublimables.

111. L'acide muriatique oxigéné oxide les métaux sans produire de mouvement ni d'effervescence, parce que l'oxigène se porte seul ici sur les corps combustibles. Il agit facilement sur ceux des métaux que l'acide muriatique ordinaire n'altère point, et sur-tout sur l'or et le platine. Il se forme ainsi des muriates simples. Lorsqu'on l'ajoute aux sels métalliques, il les décompose presque toujours, et en précipite les oxides suroxigénés. Uni lui-même aux oxides, il forme avec eux des

muriates oxigénés très-différens des muriates simples, et qui n'ont encore été que peu examinés, quoiqu'on en connaisse déja quelques-uns de très-remarquables, comme on le dira dans les articles suivans.

Le gaz acide muriatique oxigéné enflamme et brûle tout à coup la plupart des métaux cassans qu'on y jette en poudre; il acidifie ceux d'entre eux qui en sont susceptibles.

112. L'acide fluorique agit sur les métaux à peu près comme le muriatique, excepté qu'il n'enlève point d'oxigène à leurs oxides comme le fait ce dernier.

Le boracique n'a que très-peu d'action sur ces corps, et on ne parvient à l'unir à leurs oxides que par des attractions doubles, ou en décomposant d'autres dissolutions métalliques par celles des borates alcalins.

§. II.

De l'action réciproque des métaux et des bases salifiables.

113. Il n'y a pas plus d'union réelle entre les bases terreuses ou alcalines et les métaux, qu'il n'en existe de la part des acides; mais ces bases exercent une action, par rapport à ces corps, qui, sans être aussi forte que celle des acides, a son degré particulier d'énergie comme son importance parmi les métaux. Ceux qui sont acidifiables, et ceux dont les oxides ont de la tendance pour se combiner aux terres et aux alcalins, s'oxident facilement et promptement lorsqu'on les met en contact avec ces bases, plus une certaine quantité d'eau : alors celle-ci cède son oxigène à ces métaux, les brûle, et s'unit aux bases, qui, dans ce cas, agissent par une attraction disposante.

114. De là vient qu'il se dégage si souvent du gaz hidrogène quand on traite les métaux par des dissolutions alcalines, et sur-tout par l'ammoniaque. On voit ensuite les métaux passer à l'état d'oxides, et souvent s'unir aux alcalis, de

manière à former des espèces de sels où ils jouent le rôle d'acides.

115. On observe souvent que les dissolutions alcalines dissolvent les oxides métalliques, et forment avec eux des composés plus ou moins permanens. Quelquefois ces alcalis ont la propriété de désoxider en partie les oxides avant de les dissoudre ou de s'y unir. C'est pour cela qu'ajoutés à des dissolutions acides métalliques, ils changent la couleur des précipités, qu'ils redissolvent ensuite, et qu'on peut en séparer par une nouvelle addition d'acides.

116. L'ammoniaque a beaucoup plus de puissance pour décomposer les oxides en se décomposant elle-même, et j'ai dit ailleurs que c'étoit là un des moyens dont le cit. Berthollet s'étoit servi pour analyser l'ammoniaque, en séparant son hidrogène par l'oxigène des oxides, et en mettant son azote à nu. Quelquefois même, comme je l'ai découvert, la grande quantité d'oxigène qui est contenue dans certains oxides, et la facilité qu'il a pour s'en séparer en s'unissant en partie avec l'azote et l'ammoniaque, forme de l'acide nitrique; tandis que l'autre portion d'oxigène, combinée à l'hidrogène ammoniacal, forme de l'eau. Ce cas très-remarquable, opéré par des oxides très-décomposables, est absolument l'inverse de celui où un métal très-oxidable, en décomposant tout à la fois de l'acide nitrique et de l'eau, en absorbant tout leur oxigène, en unit les radicaux combustibles, l'azote et l'hidrogène, de manière à produire de l'ammoniaque.

117. Cette propriété de réduire les oxides, si marquée dans l'ammoniaque, et sensible aussi dans la potasse et dans la soude, pourra bien servir quelque jour à faire connaître les principes constituans des alcalis fixes, comme elle a servi à développer ceux de l'alcali volatil; mais les expériences qu'on a tentées jusqu'ici sur cela, et les résultats qu'elles ont fournis, n'ont point encore satisfait les chimistes, parce qu'elles n'ont point été faites avec l'exactitude qu'elles doivent avoir. On

s'est trop hâté d'en tirer des inductions sur la composition des alcalis fixes.

118. On retrouve la propriété désoxidante dans les terres alcalines très-sapides, la barite, la strontiane et la chaux : quand on emploie ces terres pour décomposer des sels métalliques acides, les précipités d'oxides métalliques qu'on en obtient prennent une couleur qui annonce une désoxidation commencée, et rétrogradent vers l'état de métaux. C'est à cette action qu'est due la préparation de l'oxide de cuivre calcaire, connu sous le nom de *cendre bleue*, dont on parlera à l'article du cuivre.

119. Il n'est pas vraisemblable que ce soit à une action pareille que sont dues l'extrême solidité et l'adhérence intime de molécules que contractent les terres qu'on mêle avec quelques oxides métalliques, et qui forment ainsi des ciemens et ces mortiers durables et imperméables à l'eau, que l'on obtient dans beaucoup d'opérations, et dont la théorie n'a point encore occupé les chimistes, quoiqu'elle ait une si grande et si immédiate influence dans une foule d'arts importans.

120. Quoique ce que j'ai annoncé jusqu'ici prouve que les bases terreuses et alcalines ont plus d'attraction pour les acides que n'en ont les oxides métalliques, il faut cependant observer ici que quelquefois plusieurs de ces bases ont la propriété de s'unir en même temps à ces oxides et aux acides, sans les séparer, et de former par cette union des sels triples, dont le nombre est beaucoup plus considérable qu'on ne l'a cru, comme on le verra dans l'histoire de plusieurs métaux. L'ammoniaque et l'alumine sont, de toutes les bases salifiables, celles qui se prêtent le plus volontiers à ces espèces de surcompositions encore peu connues.

121. Enfin les bases alcalines et terres alcalines peuvent encore s'unir aux oxides métalliques en même temps que des corps combustibles, avec lesquels elles ont une assez forte attraction. C'est ainsi qu'on forme des hidrosulfures alcalins

et métalliques, en dissolvant les oxides dans des sulfures alcalins ou terreux liquides. On verra que l'on y parvient également en précipitant la plupart des dissolutions métalliques acides par les sulfures alcalins, et qu'en traitant plusieurs sulfures métalliques par les alcalis, on forme encore des combinaisons analogues, parmi lesquelles les antimoniaux sulfurés tiennent, ainsi qu'on le dira plus bas, le premier rang.

§. XII.

De l'action réciproque des métaux et des sels.

122. Les sels, qu'on nommait autrefois moyens ou neutres, ont été et sont encore employés souvent comme des agens très-énergiques pour altérer les métaux. En général leur action n'a lieu que très-faiblement et très-lentement à froid; mais elle est plus ou moins forte à chaud. On sent bien que, fondée sur le transport de l'oxigène dans les métaux, elle ne peut avoir lieu qu'avec les sels dont les acides sont décomposables, et que leur résultat doit être, d'une part, l'oxidation des métaux, et, de l'autre, l'union des oxides métalliques avec la base du sel. En parcourant les genres salins, je vais faire apprécier en quoi consiste cette action, et je noterai celle qu'exercent aussi quelquefois sur ces composés les oxides métalliques.

123. Les sulfates, chauffés fortement avec plusieurs métaux, ceux qui décomposent spécialement l'eau, et même seulement l'acide sulfurique à chaud, passent à l'état de sulfures qui s'unissent aux oxides métalliques formés par cette décomposition. L'antimoine, le zinc, le fer et l'étain ont sur-tout cette propriété. L'attraction de leurs oxides pour les sulfures alcalins et l'hidrosulfure entre pour beaucoup dans la cause de ce phénomène. Les oxides de ces métaux n'ont aucune action sur les sulfates. Les sulfites agissent bien moins, quoique d'une manière analogue, sur les métaux.

124. Les nitrates projetés dans des vaisseaux rouges de feu,

après les avoir mélangés d'abord avec la plupart des métaux en limaille fine, les enflamment plus ou moins vivement, souvent avec une simple scintillation, quelquefois avec une flamme éclatante, à cause de la fixation de l'oxigène devenant plus dense; il se forme ainsi des oxides métalliques au *maximum* d'oxidation, qui souvent se trouvent unis avec les bases des nitrates. Ceux des métaux qui sont acidifiables passent par là à l'état d'acides, et se combinent en sels avec les bases salifiables des nitrates. L'argent et l'or résistent seuls à cette action violente du nitre, qui est souvent employée pour se procurer promptement des oxides très-avancés. On conçoit aisément que les oxides métalliques n'éprouvent aucune altération de la part des nitrates, lorsqu'ils sont saturés d'oxigène. Les nitrites sont presque sans énergie sur les métaux, en comparaison des nitrates.

125. Les muriates n'agissent que très-faiblement sur les métaux, et n'en reçoivent réciproquement qu'une faible altération; cependant celui d'ammoniaque est facilement décomposé par tous les métaux bien dissolubles dans l'acide muriatique, ainsi que par les oxides métalliques, qui en dégagent encore plus rapidement l'ammoniaque. Les muriates alcalins paraissent aussi être en partie au moins décomposables par plusieurs de ces oxides; ce qui pourra devenir quelque jour de la plus grande importance pour les arts, et ce qui l'est déja par rapport au plomb et à l'argent, ainsi qu'on l'exposera plus en détail à l'article de ces métaux.

126. Les muriates suroxigénés sont les sels les plus actifs sur les métaux. On a vu ailleurs que ceux-ci brûlaient avec la rapidité et le brillant de l'éclair lorsqu'on les frappait sur une enclume, après les avoir mêlés avec deux ou trois fois leur poids de muriate suroxigéné de potasse. Un pareil mélange chauffé, s'enflamme et détone avec un éclat de lumière et une promptitude bien supérieures à ce qu'on voit par les nitrates. On obtient par ce procédé des oxides bien purs;

car on en sépare facilement et complétement, par le lavage dans l'eau, le muriate de potasse.

127. Les phosphates et les phosphites n'éprouvent aucune altération de la part des métaux, à quelque température qu'on les expose, et cela est en effet indiqué par les lois des attractions connues. Il en est de même des fluates, des borates et des carbonates. Aussi ces trois derniers genres de sels ne servent-ils jamais pour reconnaître la propriété des métaux.

128. Quoique les oxides métalliques aient en général moins d'attraction pour les acides que n'en ont les bases alcalines et terreuses, on voit cependant quelquefois ces oxides, chauffés avec des dissolutions salines, se dissoudre, se colorer, et se combiner si bien avec ces sels, que les cristaux qu'on en obtient ensuite par l'évaporation et le refroidissement, sont manifestement métallifères : telles sont spécialement les dissolutions des sels alumineux qui paraissent s'unir très-facilement aux oxides métalliques, et donner après cela des cristaux dans lesquels on trouve de véritables sels triples. Ces cas même sont beaucoup moins rares qu'on ne l'a cru jusqu'ici, et ils se multiplieront encore à mesure que les recherches s'étendront sur les matières salines.

ARTICLE II.

De l'arsenic et de ses acides.

§. I.

De l'arsenic métallique.

A. *Histoire.*

1. Depuis que les hommes fondent les mines, ils ont dû reconnaître la volatilité, l'odeur et les effets nuisibles de cette substance. Cependant l'arsenic n'est connu comme métal, et n'a été placé parmi les demi-métaux ou métaux cassans, que depuis le tiers du dix-huitième siècle, quoique Paracelse ait annoncé qu'on pouvait l'obtenir blanc et métalliforme, que Schroder ait fait, en 1649, mention d'un métal extrait de l'orpiment et de l'arsenic; car il faut noter ici que ce nom d'arsenic a long-temps été donné à l'oxide d'arsenic. Lémery avait aussi donné en 1675, un procédé qu'on pratique encore avec succès dans le mélange de l'alcali fixe et du savon avec cet oxide, pour en retirer ce qu'on nommait un *régule*. Les anciens connoissaient son oxide, son sulfure jaune et rouge sous les noms d'*arsenic*, de *sandaraque* et d'*orpiment*. Théophraste les avait placés parmi les pierres métalliques. On se contenta long-temps de le ranger parmi les substances sulfureuses, de le regarder comme un minéralisateur des métaux : Brandt, en 1733; Macquer, en 1746, firent voir que c'était un véritable métal qui avait des propriétés très-caractéristiques, très-différentes de tous les autres; Monnet confirma ces données par beaucoup de faits réunis, dans sa Dissertation, qui a remporté en 1773 le prix de l'Académie de Berlin. Macquer fit une découverte capitale en 1748, en examinant avec soin le résidu de la décomposition

du nitre par l'arsenic blanc ou l'oxide d'arsenic, et en trouvant ce qu'il nomma d'abord *sel neutre arsenical;* mais Schéele l'a beaucoup étendue en montrant, en 1775, que cet oxide se changeait en un acide puissant par l'action de l'acide nitrique, et confirma ainsi les idées de Beccher et de Kunckel, qui avaient regardé cet oxide comme une eau-forte coagulée. Bergman a réuni en 1777, dans une Dissertation, une grande partie des propriétés de ce métal, soit à l'état métallique, soit dans l'état d'oxide, soit à celui de mine. La doctrine française ou pneumatique a classé et éclairci singulièrement tous les faits relatifs aux propriétés de ce métal.

B. *Propriétés physiques.*

2. L'arsenic est en petites lames d'un gris noirâtre, brillantes et métalliques, blanchâtres, et d'un poli vif et éclatant dans ses cassures fraîches, d'une pesanteur que Bergman indique de 8,310, et le cit. Guyton de 5,763. Il est extrêmement fragile; le moindre effort le brise en petits fragmens : on le pulvérise aisément par la percussion, et on le réduit en poussière très-tenue, qui passe à travers les tamis de soie les plus fins. Il tient le dernier rang dans l'ordre de la dureté, suivant le cit. Guyton. Bergman le dit cependant plus dur que le cuivre. Souvent il est irisé à sa surface. On ne connaît pas sa fusibilité, parce qu'il se sublime avant de se fondre: c'est le plus volatil de tous les métaux; il se cristallise lorsqu'on le sublime lentement en tétraèdre régulier, et quelquefois en octaèdre. La première forme est celle de sa molécule intégrante. On ne lui connaît ni saveur, ni odeur bien sensibles quand il est froid; cependant il laisse sur les doigts une odeur métallique légère, et dans la bouche, une saveur âpre particulière qui est très-désagréable. Quand on le chauffe et quand il est en vapeur, il a une odeur d'ail fétide très-forte, et qui sert à le caractériser. On n'a estimé ni sa dilatabilité par le calorique, ni sa propriété conductrice du calorique et de l'électricité.

C. *Histoire naturelle.*

3. L'arsenic existe souvent natif dans les mines; il est en masses presque toujours noirâtres, peu brillantes, très-pesantes, n'offrant d'éclat métallique que dans leur fracture, qui souvent présente des couleurs irisées. Sa cassure est presque toujours écailleuse et conchoïde. On a confondu long-temps ce métal avec les mines de cobalt, aussi le nommait-on alors cobalt testacé. Il varie par sa couleur du gris foncé au noir, par sa forme lamelleuse, écailleuse, pulvérulente, par son état de dépôt, de stalactite, d'incrustation, de cristaux. Il se trouve souvent avec les mines de cobalt, de bismuth, de nickel, d'argent, en Saxe, en Hongrie, en Bohême, à Sainte-Marie. On le reconnaît surement, en en jetant quelques petits fragmens sur des charbons ardens; il se sublime sur-le-champ en fumée blanche, avec odeur d'ail.

4. Souvent la nature offre l'arsenic combiné avec d'autres métaux: on ne connaît encore bien dans ce genre de mine, que le *mispickel* ou pyrite arsenicale, qui est un véritable alliage de fer et d'arsenic sans soufre. Le fer y entre depuis la moitié jusqu'aux deux tiers, suivant Bergman, quoiqu'il ne soit point attirable à l'aimant. En chauffant cet alliage natif, l'arsenic se sublime, et le fer reste en partie réduit et devenu attirable. Cet alliage cristallise en cubes, dont souvent les angles sont tronqués.

5. Un troisième état très-fréquent de l'arsenic dans la nature, est celui de sa combinaison avec le soufre: elle présente deux variétés principales; l'une jaune, connue sous le nom d'*orpiment*; l'autre rouge, nommée *réalgar*. Elles sont quelquefois transparentes, et souvent opaques. Les jaunes affectent la forme lamelleuse, et les rouges la prismatique. On ne connaît pas encore bien la différence de ces deux composés, où l'arsenic paraît être peu oxidé; souvent ils prennent une forme pyramidale ou tétraédrique très-belle;

quelquefois, dans les amas de mines d'arsenic calcinées, on voit des pyramides de sulfure d'arsenic creuses, composées de filamens parallèles aux côtés : de sorte que la pyramide creuse triangulaire, souvent remplie de plus petites, produit le tétraèdre par d'autres pyramides progressivement décroissantes, et que huit tétraèdres disposés convenablement produisent l'octaèdre. Voilà, dit Bergman qui me fournit cette description, une cristallisation par la voie sèche, absolument semblable à celle que donnent, par la voie humide, le muriate de soude, le muriate de potasse, et peut-être tous les autres sels. On voit que cet habile chimiste avait entrevu les lois de décroissement, dont le citoyen Haüy s'est occupé avec tant de succès. Les sulfures d'arsenic jaune et rouge varient par la forme, la nuance de leur couleur. On les trouve dans un grand nombre de lieux; ils se rencontrent sublimés dans le voisinage des volcans, sur-tout au Vésuve et à Quitto; quelquefois le fer y est allié : alors leur couleur est pâle ou tourne même au blanc. Ces sulfures sont sublimables en entier.

6. Quelquefois l'arsenic se trouve dans la terre à l'état d'oxide blanc pur ou d'acide arsenieux, comme on le verra plus bas; mais il est assez rare, et toujours en petite quantité dans cet état d'oxidation. Dans les pays déja indiqués, il est, ou en poussière, ou en efflorescences, ou en masses blanches déposées par couches, quelquefois transparentes, souvent mêlées de sulfure d'arsenic jaune ou rouge. On le reconnaît à ses vapeurs alliacées, lorsqu'on le jette sur le feu, à sa saveur âcre métallique, et à sa dissolubilité dans l'eau.

7. On ne connaît point encore dans la nature l'oxide d'arsenic uni à des acides, et l'on sait au contraire que ce métal, à l'état d'acide, est souvent lui-même le minéralisateur de plusieurs autres métaux.

D. *Travaux docimastiques et métallurgiques.*

8. Il n'y a rien de plus simple et de plus facile que l'essai des mines de ce métal, puisqu'il se borne à en reconnaître la présence par la fumée blanche, et l'odeur d'ail qu'elles présentent lorsqu'on les jette sur des charbons ardens. On ne fait jamais un véritable essai de ces mines pour les travaux métalliques.

9. En chimie, si l'on veut connaître la quantité de métal contenu dans un oxide d'arsenic natif, ou, ce qui revient au même, obtenir l'arsenic métallique de son oxide, on le mêle avec trois fois son poids de flux noir; on place ce mélange dans un creuset que l'on recouvre d'un autre, renversé, et luté de manière à ne donner aucun accès à l'air. On chauffe par degrés le creuset inférieur, jusqu'à le faire rougir, en défendant le supérieur de la chaleur et de la flamme, à l'aide d'une plaque de cuivre percée. Quand l'appareil est refroidi, on trouve dans le creuset supérieur une croûte d'arsenic métallique brillant et cristallisé, facile à détacher, dont on prend le poids, qu'on compare à celui de la mine, ou plutôt de l'oxide employé.

10. Bergman conseille, dans sa Dissertation sur la docimasie humide, d'essayer l'arsenic natif, en le dissolvant dans quatre parties d'acide nitro-muriatique, en concentrant la dissolution par l'évaporation, en précipitant le muriate d'arsenic formé par l'eau : la liqueur filtrée contient les autres métaux qui pouvaient exister dans la mine. S'il y a de l'argent, il se précipite le premier en muriate insoluble. On trouve souvent du fer dans la dissolution précipitée par l'eau.

11. Les sulfures d'arsenic doivent être traités par l'acide muriatique, en y ajoutant un peu d'acide nitrique pour séparer le soufre; on recueille, on lave et on pèse ce dernier; on peut précipiter aussi l'oxide d'arsenic par l'eau; on peut encore

en obtenir l'arsenic en métal, en y plongeant du zinc, après avoir ajouté de l'alcool à la dissolution muriatique arsenicale. S'il y a du fer, il reste dans la dissolution précipitée. On reconnaît, par cet essai, que les diverses proportions du soufre font varier la couleur des sulfures d'arsenic.

12. Quant à l'oxide natif de ce métal, son essai doit être fait également par l'acide muriatique, qui le dissout. Bergman recommande, avec raison, de n'employer l'acide du nitre qu'avec beaucoup de précaution dans les essais, parce qu'il fait passer facilement l'arsenic à l'état d'acide, qu'on ne peut plus ensuite précipiter par l'eau; il remarque même qu'il s'en forme toujours un peu, qui s'unit aux terres et aux oxides métalliques existant dans les mines d'arsenic, et dont il faudrait tenir compte dans une analyse docimastique exacte.

13. On ne traite point en grand les mines d'arsenic pour en obtenir le métal; ce n'est que dans le traitement de plusieurs autres mines, et spécialement dans celles de cobalt, que l'on retire deux produits, qui tous deux ont, dans le commerce, des noms et des usages souvent extrêmement dangereux. En Saxe et en Bohême, on recueille, en grillant les mines de cobalt, l'oxide d'arsenic ou un véritable acide arsenieux, qui se sublime et s'attache dans des canaux de planches horizontaux, longs et sinueux, dont les fourneaux sont recouverts. On vend cette matière sous le nom d'arsenic blanc.

14. On prépare aussi assez en grand des pains ou gâteaux d'arsenic métallique d'un gris noirâtre, composés de lames irrégulièrement arrangées, qui laissent un grand nombre de pores et de cavités, qui peut-être sont retirés en grand dans le traitement d'autres mines arsenicales, et qu'on débite chez les marchands sous le nom dangereux et trompeur de cobalt testacé, ou de *pierre* et de *poudre pour tuer les mouches.* Bergman, qui relève d'ailleurs cette expression erronée, se trompe lui-même en disant que cette substance ne tue les mouches que lorsqu'elle est en oxide. L'expérience de nos

campagnes, ou les assiettes que l'on en couvre avec de l'eau, que l'on place jusque sur les tables des salles à manger et qui sont bientôt remplies de mouches tuées, prouve que le métal lui-même, quoique indissoluble, est extrêmement vénéneux.

E. *De l'oxidabilité de l'arsenic par l'air.*

15. L'arsenic, à l'état métallique brillant et récemment préparé, s'altère promptement, même à froid, par le contact de l'air; il s'oxide à sa surface, devient d'abord jaunâtre, terne, sans éclat, et finit par passer au noir; il perd en même temps sa dureté, et devient extrêmement friable ou même pulvérulent.

16. Lorsqu'on le chauffe avec le contact de l'air, et surtout lorsqu'on le jette en poudre sur des charbons ardens, il brûle avec une flamme bleue, très-sensible; il répand une fumée d'une odeur forte d'ail pourri, et il se sublime en une masse blanche, âcre, soluble, qu'on a nommée oxide d'arsenic, et que je décrirai plus bas sous le nom d'acide arsenieux. le citoyen Guyton lui donne le septième rang d'oxidabilité, et le place après l'antimoine. Je le regarde comme une des matières métalliques les plus combustibles.

F. *Union avec les combustibles.*

17. On ne connaît point d'union entre l'arsenic, l'azote, le carbone et le diamant; on sait qu'il est dissoluble dans le gaz hidrogène, et qu'il lui donne une odeur fétide et une propriété vénéneuse. On a déterminé ses combinaisons avec le phosphore, le soufre et les métaux.

18. Quand on distille parties égales de phosphore et d'arsenic, en ménageant beaucoup le feu, on obtient un sublimé brillant, noirâtre, qui brûle sur les charbons avec l'odeur mixte de l'un et de l'autre de ces corps combustibles. Il reste un

résidu noir rempli de phosphore qu'il faut conserver sous l'eau, et qui est du phosphure d'arsenic. On peut faire encore cette combinaison sous l'eau et à la chaleur de l'ébullition dans un matras ; le phosphore s'unit à l'arsenic, à mesure qu'il se fond. On ne connaît point encore les caractères de ce phosphure d'arsenic.

19. On combine facilement l'arsenic avec le soufre par la fusion et par la sublimation ; il se forme alors un composé jaune ou rouge. Cette dernière couleur annonce que le métal y conserve sa nature métallique ; car, quand on oxide ce composé par l'action des acides, il passe au jaune. C'est une imitation parfaite du sulfure d'arsenic rouge natif ou du réalgar, qu'on a quelquefois nommé, à cause de sa couleur, *rubine d'arsenic*. Les sulfures alcalins dissolvent aussi facilement l'arsenic, qui n'y tient que faiblement, et que tous les autres métaux en séparent très-aisément. On ne connaît point l'hidrosulfure d'arsenic.

20. L'arsenic s'allie très-aisément avec la plupart des métaux. Comme c'est le premier métal qui est examiné individuellement ici, on ne doit traiter ses alliages que d'une manière générale, puisqu'on y reviendra à chacun des vingt métaux suivans. En s'unissant aux métaux ductiles, l'arsenic les rend cassans ; ceux qui sont difficiles à fondre deviennent bien plus fusibles par son addition, et ceux qui fondaient facilement deviennent réfractaires. Il blanchit les métaux jaunes et rouges ; il rend gris ceux qui sont blancs : il leur donne en général de l'aigreur et de la dureté, conséquemment une pesanteur spécifique plus considérable, et la propriété de se polir plus fortement qu'ils ne le pouvaient seuls. La nature l'offre assez souvent allié avec des métaux, et on le regarde en minéralogie comme un des plus fréquens minéralisateurs. Les métaux arseniqués perdent leur arsenic par l'action du feu ; mais ce métal volatil en entraîne une partie avec lui ; et les premiers en retiennent souvent opi-

niâtrément une portion qu'on n'en sépare qu'avec beaucoup de difficulté.

G. *Action sur l'eau et les oxides.*

21. L'arsenic ne décompose pas l'eau, malgré la tendance qu'il a pour l'oxigène ; et l'on voit, au contraire, son oxide décomposé à chaud par l'hidrogène et les corps hidrogénés. Le calorique ne favorise pas la décomposition de l'eau par ce métal.

22. Il enlève l'oxigène à l'oxide d'azote, et se convertit, soit en acide arsenieux, soit en acide arsenique par l'action du gaz nitreux long-temps continuée. Il faut rappeler ici que l'oxide d'azote, en se formant, absorbe une portion de calorique qui relâche le lien d'union entre l'azote et l'oxigène, et que c'est pour cela que le gaz nitreux est plus décomposable que l'acide nitrique, et est le premier décomposé par les corps combustibles dans l'acide nitreux, dont il fait partie constituante, comme on l'a dit dans l'histoire des acides du nitre.

23. On n'a pas apprécié l'action de l'arsenic sur les oxides de phosphore et de soufre ; il paraît cependant qu'elle est nulle, puisque le phosphore et le soufre tendent toujours à désoxigéner les oxides et acides de l'arsenic, comme on le verra.

24. L'arsenic décompose plusieurs oxides métalliques, soit par la voie sèche, soit par la voie humide. En général, ceux qui tiennent peu à l'oxigène, et sur-tout qui ne l'ont point absorbé solide, sont susceptibles de brûler avec activité, et même avec flamme, l'arsenic, lorsqu'on le chauffe avec ces oxides. On reviendra sur ce phénomène dans l'histoire de plusieurs des métaux suivans. Il ne produit point cet effet sur le manganèse, le zinc, l'étain et le fer, puisque ces métaux décomposent ses propres oxides acidifiés, comme on le dira bientôt.

H. *Action de l'arsenic sur les acides, et des acides sur l'arsenic.*

25. En général, il n'y a que les acide faciles à décomposer qui paraissent susceptibles d'agir sur l'arsenic, de lui céder de l'oxigène. Peu d'entre eux peuvent le tenir en dissolution, à cause de la nature acide qu'il prend par son oxidation; aussi se précipite-t-il toujours en poudre blanche de ses dissolutions. La plupart des acides, en agissant plus ou moins fortement sur l'arsenic, le convertissent en acide arsenique, ou au moins en acide arsenieux; et il a alors beaucoup plus de tendance pour s'unir aux alcalis, que pour se combiner avec les acides : aussi se sépare-t-il de ces derniers, ou même ne s'y unit-il pas. Si donc on obtient quelques dissolutions d'arsenic, elles sont toujours avec excès d'acide, peu chargées d'oxide; elles sont très-peu permanentes; elles se troublent par l'évaporation ou par la simple addition de l'eau.

26. L'acide sulfurique concentré n'attaque point l'arsenic à froid; quand on le fait bouillir sur ce métal en poudre ou en petites parcelles, il se fait une effervescence; il se dégage du gaz acide sulfureux; l'arsenic s'oxide et reste au fond du vase en poudre blanche, qui ne retient que peu d'acide sulfurique; le lavage avec l'eau emporte presque tout ce dernier, et n'enlève que très-peu d'arsenic. Il n'y a pas de véritable sulfate d'arsenic; on n'obtient point de cristaux de cette dissolution; en la faisant évaporer, il s'en précipite de l'acide arsenieux, et l'acide sulfurique se trouve pur au-dessus. Il n'y a pas d'action entre l'acide sulfureux et l'arsenic.

27. L'acide nitrique concentré attaque avec beaucoup de vivacité l'arsenic en poudre, ou plutôt celui-ci décompose rapidement l'acide nitrique; il se dégage du gaz nitreux, et, à la fin, du gaz azote. L'arsenic est changé en poudre blanche

beaucoup plus pesante que n'était d'abord le métal. C'est d'abord de l'acide arsenieux qui peut passer à l'état d'acide arsenique, si l'on fait agir une nouvelle quantité d'acide nitrique sur lui ; quelquefois même, lorsqu'on a pris d'abord une grande quantité de cet acide, si l'on aide son action par la chaleur, le métal devient promptement acide arsenique ; il ne reste point d'oxide dans l'acide surnageant, et il n'y a point de nitrate d'arsenic. Les chimistes qui en ont parlé ont obtenu une dissolution d'acide arsenique : aussi ont-ils dit que les alcalis ne la précipitaient pas. L'acide nitreux opère encore plus vîte cet effet acidifiant sur l'arsenic.

28. Il n'y a pas d'action sensible entre les acides phosphoreux et phosphorique et l'arsenic. A l'aide d'une haute température continuée quelque temps, un peu d'arsenic est oxidé, mais encore faiblement, et presque d'une manière insensible : il en est de même de l'acide carbonique.

29. L'acide muriatique n'a aucune action à froid sur l'arsenic ; quand on le fait bouillir, il le dissout sensiblement, et il se dégage un gaz fétide qui paraît être du gaz hidrogène arsenié : l'acide muriatique rend donc l'eau décomposable par l'arsenic. Bergman a remarqué que cet acide était le meilleur dissolvant du métal dont je traite : aussi l'a-t-il recommandé pour les essais de ses mines. Un peu d'acide nitrique ajouté rend sa dissolution plus prompte : cette dissolution, chauffée et épaissie d'abord dans des vaisseaux fermés, se sublime toute entière en un liquide épais qu'on nommait autrefois beurre d'arsenic. Elle se décompose par l'eau seule, qui en sépare l'acide arsenieux. Ce n'est donc qu'un muriate d'arsenic passager, qu'on ne peut pas assimiler à un véritable sel métallique.

30. L'acide muriatique oxigéné agit avec beaucoup plus de force et de rapidité sur l'arsenic. Ce métal, jeté en poudre dans du gaz acide muriatique oxigéné, s'enflamme à l'instant, et brûle avec une flamme blanche et très-brillante ; il se trouve

ensuite à l'état d'acide arsenieux. Si on y ajoute de l'acide muriatique oxigéné liquide, il passe promptement à l'état d'acide arsenique, tandis que le premier redevient acide muriatique ordinaire. On opère la même acidification en versant de l'acide muriatique oxigéné dans la dissolution d'arsenic par l'acide muriatique ordinaire.

31. L'acide fluorique et l'acide boracique n'ont absolument aucune action sur l'arsenic. On verra plus bas comment il se comporte avec les acides métalliques, et même avec son propre acide arsenique.

I. *Action des bases et des sels sur l'arsenic.*

32. Aucune base terreuse et alcaline n'a d'action réelle sur l'arsenic et n'en opère une oxigénation par l'eau, à moins qu'on ne fasse long-temps bouillir ce métal en poudre fine dans une grande quantité de dissolution alcaline. L'ammoniaque n'agit pas mieux sur ce métal.

33. Les sulfates ne sont point décomposés par l'arsenic; la chaleur qu'il faudrait employer pour favoriser cette décomposition est supérieure à celle qui volatilise ce métal : à plus forte raison ne fait-il éprouver aucune altération aux sulfites.

34. Les nitrates brûlent l'arsenic et détonent avec lui. Ils le convertissent en acide arsenique par la grande dose d'oxigène qu'ils y portent; et cet acide, s'unissant aux bases des nitrates, forme des arseniates qui restent au fond des vases où l'on a fait cette opération.

35. Il n'y a nulle action, nulle combinaison et nulle décomposition connue entre l'arsenic et les muriates. Les muriates suroxigénés, au contraire, en ont une considérable sur ce métal. Lorsqu'on a mêlé trois parties de muriate suroxigéné de potasse avec une partie d'arsenic en poudre fine, mélange qu'il faut faire avec beaucoup de précaution, et sans frotter beaucoup ou comprimer les matières, de peur qu'il

ne s'enflamme et ne détone spontanément ; si on en frappe avec un marteau de petites portions placées sur une enclume ou enfermées dans un double papier, il se produit une fulmination considérable, accompagnée de flamme. Si on approche du même mélange un corps en combustion, il s'allume et brûle avec une excessive rapidité. Jeté sur de l'acide sulfurique concentré, il exhale à l'instant du contact une flamme qui s'élève dans l'air, qui passe comme l'éclair, et qui est si brillante, qu'elle blesse les yeux.

36. On ne connaît aucune action sur l'arsenic de la part des phosphates, qui n'éprouvent eux-mêmes aucune altération. Les phosphites chauffés avec ce métal donnent un peu de phosphure d'arsenic.

37. Les fluates, les borates et les carbonates n'agissent en aucune manière sur lui ; quand on le chauffe avec le borax au chalumeau, il se volatilise, brûle, et ne reste point fixé dans le globule vitreux formé par ce sel.

K. *Usages de l'arsenic.*

38. L'arsenic, sous la forme métallique, et tel qu'il a été décrit dans ce paragraphe, n'est que peu d'usage, excepté dans les laboratoires de chimie, où l'on s'occupe de plusieurs expériences, de recherches et de démonstrations.

39. Comme on l'emploie quelquefois dans le monde pour tuer les mouches, il faut mettre beaucoup de prudence dans cet emploi ; car cette substance, vendue sous le nom de *cobalt testacé* ou de *poudre aux mouches*, est très-dangereuse pour tous les animaux, malgré l'opinion contraire de quelques chimistes. On verra plus bas quels sont ses contre-poisons.

40. Dans quelques ateliers on l'allie à plusieurs métaux pour les blanchir et les durcir ; le cuivre blanc est souvent un alliage de cette nature. On en parlera dans l'histoire des autres matières métalliques ; il est seulement important de

remarquer ici que, si de pareils alliages peuvent être utiles dans quelques cas, il ne faut jamais se permettre de les faire servir pour les alimens, les boissons ou les médicamens.

§. II.

Des acides arsenieux et arsenique.

Espèce I. *Acide arsenieux.*

1. J'ai le premier nommé, il y a quelques années, acide arsenieux, la substance que l'on désigne dans le commerce par le nom d'*arsenic blanc*, et que l'on avait appelé oxide d'arsenic dans la nomenclature méthodique de chimie. Les propriétés manifestement, quoique faiblement acides de ce prétendu oxide, déja rapproché des corps acidifiés par quelques chimistes anciens, m'y ont engagé, ainsi que l'avantage d'en comparer les propriétés dans l'histoire de l'arsenic et de l'acide arsenique à celles des acides phosphoreux et sulfureux dans l'histoire du phosphore, du soufre, et des acides phosphorique et sulfurique.

2. Cet acide existe fréquemment, sinon très-abondamment dans la nature; on le connaît, et je l'ai déja indiqué moi-même parmi les mines arsenicales, sous le nom d'*oxide natif* d'arsenic : on l'obtient en grand, et sublimé, dans le travail de plusieurs mines, et sur-tout de celles de cobalt. On le prépare en chauffant, en brûlant l'arsenic dans des appareils sublimatoires où l'air a de l'accès : c'est encore lui qu'on fait lorsqu'on croit oxider simplement l'arsenic par les acides sulfurique, nitrique, muriatique, et muriatique oxigéné; enfin c'est cet acide faible qui résulte de toutes les circonstances où l'on oxide en blanc l'arsenic : de sorte qu'il n'y a de véritable oxide de ce métal que celui qui est noir.

3. Les caractères acides de ce corps brûlé sont la saveur âpre et la propriété caustique et vénéneuse, celle de rougir les couleurs bleues faibles, de précipiter les sulfures alcalins et terreux, de se dissoudre dans l'eau, de s'unir aux alcalis et aux terres; et, comme acide faible *vénéneux*, il est volatil, moins dissoluble que l'acide arsenique; ses sels sont beaucoup plus décomposables que ceux de ce dernier : on connaîtra mieux encore ses différences et ses variations en étudiant ici ses véritables propriétés.

4. L'acide arsenieux est très-volatil : quand on le chauffe lentement dans des vaisseaux fermés, il se sublime en cristaux tétraédriques réguliers, et transparens comme du verre. Souvent les tétraèdres ont leurs angles tronqués. Il forme des couches denses, demi-transparentes dans les cheminées où on traite les mines de cobalt, lorsqu'il n'est qu'en poussière ou en petites aiguilles : on le nommait autrefois *fleurs d'arsenic*. Cet acide est d'une âcreté et d'une causticité si terribles, qu'il ronge et corrode les organes des animaux : c'est le plus terrible poison qui soit connu. Sa pesanteur spécifique est moindre que celle de l'arsenic; il pèse entre 4,000 et 5,000 : l'oxigène qui y est combiné tient donc les molécules de l'arsenic plus écartées que dans leur état métallique; il rougit les couleurs bleues végétales les plus sensibles et les plus altérables, quoiqu'il verdisse le sirop violat; il devient opaque à l'air, et se couvre d'une légère efflorescence.

5. L'acide arsenieux est très-facilement altérable par l'hidrogène, le carbone, le phosphore et le soufre; les deux premiers lui enlèvent son oxigène à la chaleur rouge, et le font repasser à l'état d'arsenic, en formant l'un de l'eau, l'autre de l'acide carbonique. Le phosphore et le soufre deviennent en partie acides, et constituent en partie avec l'arsenic, qu'ils rétablissent à l'état métallique, du phosphure ou du sulfure arsenical. C'est pour cela que Margraff et Pelletier, qui se sont occupés spécialement des phosphures métalliques,

ont dit qu'on pouvait les faire avec l'arsenic blanc ou acide arsenieux.

6. L'eau dissout assez facilement l'acide arsenieux; il n'en faut que quatre-vingts parties à dix degrés pour en dissoudre une partie; la chaude en dissout plus que la froide, puisque quinze parties d'eau bouillante suffisent pour une de cet acide: aussi la dissolution cristallise-t-elle.

Par le refroidissement, mais beaucoup mieux par l'évaporation lente, on en obtient des tétraèdres réguliers. Cette dissolution est très-âcre, rougit les couleurs bleues, s'unit aux bases terreuses, décompose les sulfures alcalins, et donne avec eux un précipité jaune, où l'arsenic se rapproche de l'état métallique. Il y a même quelques métaux qui agissent sur cette dissolution, et qui tendent à en décomposer l'acide, de manière à y former un précipité noirâtre, voisin de l'état d'arsenic.

7. Il n'y a entre les acides et celui-ci qu'une action très-opposée à celle qu'ils exercent sur le métal; l'acide sulfurique bouillant dissout un peu d'acide arsenieux, qui se précipite par le refroidissement; l'acide nitrique, sans le dissoudre, se décompose à l'aide de la chaleur, et change l'acide arsenieux en acide arsenique. Les acides phosphorique et carbonique n'agissent pas sur l'acide arsenieux; cependant cet acide entre en combinaison vitreuse avec l'acide phosphorique et l'acide boracique. L'acide muriatique le dissout à chaud, et forme avec lui une combinaison volatile que l'eau précipite: l'acide muriatique oxigéné le convertit en acide arsenique.

8. L'acide arsenieux se combine avec les bases terreuses et alcalines; les premières forment avec lui des arsenites peu dissolubles: voilà pourquoi sa dissolution est précipitée par celles de barite de strontiane et de chaux. Les alcalis fixes forment des arsenites épais, qui ne cristallisent point, qui sont décomposables par le feu, dont le calorique volatilise l'acide arsenieux, et dont tous les acides le précipitent

sous la forme pulvérulente. On nommait autrefois ces combinaisons salines des *foies d'arsenic*, parce qu'on les comparait aux composés de soufre et d'alcalis. On n'a encore que peu examiné les arsenites terreux et alcalins. Ce qu'on en sait suffit seulement pour les distinguer des arseniates, ou des composés résultant de l'union de l'acide arsenique avec les mêmes bases.

9. Il existe encore un autre genre de combinaison entre l'acide arsenieux et les terres : ce sont celles que l'on forme en le faisant entrer dans la vitrification. Quoiqu'une partie de cet acide volatil se sublime avant la fusion du verre, il en reste une autre partie fixée dans la substance vitrifiée, et qui lui donne de la transparence, une densité homogène, une pesanteur assez grande ; il paraît même qu'il y a dans les verres arseniqués une sorte de sel triple, puisque les alcalis et le sable entrent en combinaison intime au moment de la fusion, et restent ensuite intimement unis.

10. Si l'on excepte les nitrates et les muriates oxigénés, les autres sels n'ont que peu d'action sur l'acide arsenieux ; il ne fait rien sur les sulfates, les muriates et les fluates ; il ne décompose qu'à l'aide de la chaleur les carbonates, dont il chasse l'acide avec effervescence, pour s'unir à leurs bases ; il ne chasse et ne précipite que difficilement l'acide des borates. Il faut cependant remarquer qu'en chauffant le muriate de soude avec l'acide arsenieux, il se dégage une portion de son acide muriatique.

11. Mais les nitrates, et le muriate suroxigéné de potasse agissent d'une manière très-remarquable sur l'acide arsenieux, en décomposant les premiers de manière à en dégager l'acide nitreux, ou de la vapeur nitreuse, très-difficile à coercer, comme l'avait observé, il y a long-temps, Kunckel ; il absorbe une partie de son oxigène ; il passe à l'état d'acide arsenique, et il laisse dans les vases distillatoires des arseniates. Le

même phénomène a lieu lorsqu'on fait détoner l'acide arsenieux avec les nitrates ; car il est encore assez combustible pour opérer une détonation, sans étincelles, à la vérité, mais avec mouvement et effervescence, et il reste au fond des creusets de véritables arseniates. C'était ainsi que les chimistes préparaient autrefois l'*arsenic fixe*, qui était de l'arseniate acidule de potasse, dont il sera question plus bas. Le muriate suroxigéné de potasse donne aussi pour résultat, en brûlant complétement l'acide arsenieux, sa conversion en acide arsenique, qui peut décomposer, à l'aide du feu, le muriate de potasse restant.

12. Les usages de l'acide arsenieux sont assez multipliés dans les arts, sous le nom d'arsenic ou d'arsenic blanc ; on l'emploie dans un grand nombre de cas, où il se réduit et agit en métal : ce qui sera indiqué par la suite. Quelques médecins ont osé employer ce terrible acide comme médicament, et assurent en avoir obtenu un très-grand effet ; mais il est toujours beaucoup plus à craindre comme poison, qu'à estimer comme remède. Les eaux chargées de gaz hidrogène sulfuré sont un des meilleurs contre-poisons que l'on puisse administrer contre les effets de ce dangereux corps. Les sulfures alcalins dissous dans l'eau ont beaucoup de succès. Au moment même de l'empoisonnement arsenical, les boissons douces et fades, le lait, les graisses, les huiles, sont quelquefois plus dangereuses qu'utiles, parce qu'elles enveloppent et fixent en quelque sorte l'acide arsenieux sur l'estomac.

Espèce II. *Acide arsenique.*

1. Quoique Macquer ait le premier reconnu les combinaisons de cet acide, différentes de celles du précédent, ce n'est qu'en 1775 que Schéele a découvert la formation artificielle de l'acide arsenique, en distillant de l'acide nitrique sur une dissolution muriatique d'acide arsenieux, qu'il croyait être dans

l'oxide d'arsenic. C'est cet habile suédois qui a décrit le premier les propriétés remarquables de cet acide. Il l'a encore préparé en traitant l'acide arsenieux par l'acide muriatique oxigéné; Bergman a ajouté plusieurs faits utiles à cette découverte. La doctrine pneumatique a prouvé aux chimistes français, que, dans cette conversion en acide plus puissant, l'acide arsenieux enlevait de l'oxigène au nitre ou à l'acide nitrique, et à l'acide muriatique oxigéné. Pelletier, en examinant plusieurs propriétés de cet acide, a trouvé qu'en décomposant le nitrate d'ammoniaque par l'acide arsenieux, et en poussant ensuite au feu, jusqu'à dégager l'ammoniaque, l'acide arsenique restait seul et pur au fond du vase distillatoire.

2. On prépare l'acide arsenique, soit en distillant six parties d'acide nitrique concentré sur l'acide arsenieux, soit en chauffant l'acide nitrique concentré sur deux fois son poids de dissolution muriatique d'acide arsenieux, soit en dissolvant ce dernier dans l'acide muriatique oxigéné liquide, soit en recevant celui-ci sous la forme de gaz, dans la dissolution d'acide arsenieux. Dans tous les cas, on obtient un acide qui ne cristallise point, qui a une saveur aigre et caustique, métallique épouvantable, qui est fixé au feu et plutôt fusible en verre que volatil, qui rougit même le sirop de violette, et qui a des attractions beaucoup plus fortes que l'acide arsenieux. Sa pesanteur spécifique est de 3,391.

3. Lorsqu'on chauffe cet acide dans une cornue ou dans un creuset, il se fond tranquillement; il attaque le verre de la cornue ou la terre du creuset; il reste transparent et pur à une très-haute température; il donne un peu de gaz oxigène, et repasse en partie à l'état d'acide arsenieux. La lumière vive favorise aussi cette désacidification; et elle a spécialement lieu lorsqu'on chauffe fortement dans un vaisseau transparent cet acide puissant et caustique. Lorsque l'acide arsenique contient un peu d'acide arsenieux, on en sépare le

dernier par l'action du feu, comme on fait pour les acides sulfureux et nitreux, unis aux acides sulfurique et nitrique.

4. Exposé à l'air, il en attire promptement l'humidité ; il est entièrement et complétement déliquescent : il absorbe aussi les deux tiers de son poids d'eau atmosphérique, quantité suffisante pour le tenir en dissolution.

5. En chauffant l'acide arsenique avec des corps combustibles, quels qu'ils soient, ils le décomposent, lui enlèvent son oxigène, le font repasser à l'état d'acide arsenieux, et de-là à celui d'arsenic. Aussi le gaz hidrogène reçu dans une dissolution de cet acide, a-t-il cette propriété assez marquée pour précipiter sa dissolution ; à plus forte raison cela doit-il arriver avec le gaz hidrogène sulfuré, l'eau qui en est chargée, les sulfures alcalins. Le carbone, le phosphore, le soufre, la plupart des métaux produisent le même effet, soit en les aidant par le calorique, soit même par le simple contact, comme on l'observe pour plusieurs de ces derniers : chauffé dans une cornue avec du charbon, l'acide arsenique enflamme celui-ci, et passe à l'état métallique. Le soufre chauffé avec l'acide arsenique se boursoufle, passe en partie en gaz acide sulfureux, et se sublime en partie en sulfure rouge d'arsenic ; chauffé avec du phosphore, il en change une portion en acide phosphorique ; et, devenu arsenic, il s'unit à une autre portion de phosphore, avec laquelle il forme du phosphure d'arsenic qui se sublime. L'arsenic ou le métal lui-même, chauffé avec l'acide arsenique, le dépouille d'une partie de son oxigène ; et les deux corps, unis réciproquement en équilibre d'oxidation, passent ensemble à l'état commun et uniforme d'acide arsenieux.

6. L'acide arsenique est beaucoup plus dissoluble dans l'eau que l'acide arsenieux ; il ne lui faut que trois ou quatre parties d'eau pour être bien dissous et bien fluide ; il n'est cristallisable par aucun moyen ; et lorsqu'on l'évapore, il prend une consistance épaisse et comme mielleuse. Il n'agit

point à froid sur les oxides, qui le décomposent à grand feu; il s'unit à plusieurs oxides métalliques, comme on le dira plus en détail dans les articles suivans.

7. Aucun acide n'a d'action sur l'acide arsenique; si quelques-uns le dissolvent à l'aide de leur eau et de leur état liquide, ils ne lui font éprouver aucune altération. L'acide boracique et l'acide phosphorique entrent avec lui en vitrification à l'aide du feu, mais sans changer réciproquement de nature. L'acide phosphoreux, chauffé sur l'acide arsenique pendant quelque temps, se sature d'oxigène et devient de l'acide phosphorique.

8. L'acide arsenique se combine avec toutes les bases terreuses et alcalines, et forme des sels très-différens de ceux que fournit l'acide arsenieux. Tous les arseniates terreux et alcalins sont décomposables par le charbon, qui, par la chaleur, en sépare de l'arsenic. L'arseniate de barite est indissoluble, incristallisable, dissoluble dans un excès de son acide, décomposable par l'acide sulfurique, qui en précipite du sulfate de barite. On ne connaît pas l'arseniate de strontiane, qui est certainement analogue à celui de barite.

9. Versé dans de l'eau de chaux, l'acide arsenieux y forme un précipité d'arseniate de chaux dissoluble dans un excès de sa base ou dans un excès de son acide, quoiqu'il soit indissoluble seul. L'arseniate acidule de chaux donne, par l'évaporation, de petits cristaux décomposables par l'acide sulfurique. On fait le même sel avec le carbonate de chaux jeté dans la dissolution d'acide arsenique. Cet acide ne décompose point le nitrate et le muriate de chaux, tandis que les arseniates alcalins saturés les décomposent par une double attraction, et en précipitent de l'arseniate calcaire insoluble.

10. Quand on sature l'acide arsenique de magnésie, il se forme une matière épaisse vers le point de saturation. Cet arseniate magnésien est dissoluble dans un excès d'acide; il prend, sans cristalliser, la forme de gelée par l'évaporation.

L'acide arsenique ne décompose ni le sulfate, ni le nitrate, ni le muriate de magnésie ; il n'y a que les arseniates alcalins saturés qui opèrent cette décomposition.

11. L'acide arsenique saturé de potasse ne cristallise pas : évaporé à siccité, l'arseniate de potasse attire l'humidité de l'air, verdit le sirop de violette sans altérer la teinture de tournesol. Ce sel se fond en verre blanc ; le contact de la silice et de l'alumine du creuset à un grand feu le fait passer à l'état acidule, dont je parlerai tout à l'heure. Il se boursoufle fortement et donne de l'arsenic bien sublimé quand on le fait rougir avec du charbon dans des vaisseaux fermés ; il est décomposé par l'acide sulfurique, qui en dégage l'acide arsenique : cette décomposition n'est pas sensible par la voie humide, parce que l'acide arsenique ne se sépare pas solide, et reste en dissolution ; mais on trouve du sulfate de potasse et ce dernier acide dans l'eau-mère, en évaporant les liqueurs. L'arseniate de potasse décompose les sels à base de chaux et de magnésie, en formant dans leur dissolution des précipités d'arseniate calcaire ou magnésien.

12. Si l'on ajoute au sel précédent de l'acide arsenique jusqu'à ce qu'il ne change plus la couleur des violettes, il rougit celle du tournesol ; il donne des cristaux très-réguliers et très-transparens en prismes quadrangulaires, terminés par deux pyramides tétraèdres, dont les angles répondent à ceux des prismes : c'est le *sel neutre arsenical* de Macquer. C'est celui que l'on obtient en décomposant le nitrate de potasse par l'acide arsenieux à parties égales ; il doit être nommé, pour le distinguer du précédent, arseniate acidule de potasse : il en diffère, non seulement par sa cristallisabilité, sa forme, mais encore parce qu'il ne décompose pas les sels calcaires et magnésiens, comme le précédent ; parce qu'il rougit les couleurs bleues ; parce qu'il peut absorber une nouvelle dose de potasse pour passer à l'état neutre. Ces deux sels, comme tous les suivans, sont décomposés par la barite, la strontiane, la chaux et la magnésie.

13. L'acide arsenique, uni à la soude jusqu'à saturation, forme un sel qui cristallise comme le précédent : Schéele comparait déja ce sel à l'arseniate acidule de potasse. Pelletier dit que l'arseniate de soude cristallise en prismes hexaèdres, terminés par des plans perpendiculaires à leur axe. Au reste, ce sel se comporte comme l'arseniate de potasse dans sa décomposition par le charbon, par les acides, par les terres. Si on y ajoute de l'acide arsenique, Schéele remarque qu'au lieu de cristalliser, il devient déliquescent : c'est une propriété absolument inverse de celle de l'arseniate de potasse.

14. Combiné à l'ammoniaque, l'acide arsenique forme un sel qui donne des solides rhomboïdaux analogues aux cristaux de nitrate de soude. L'arseniate d'ammoniaque, qui est aussi le produit du nitrate d'ammoniaque décomposé par l'acide arsenieux, est décomposable de deux manières par l'action du calorique. Si on l'échauffe doucement, l'ammoniaque s'en dégage, et l'acide arsenique reste pur. Si on l'expose à un feu violent et rapide, une partie de l'alcali volatil et de l'acide se décomposent réciproquement; il se forme de l'eau; il se dégage du gaz azote, et il se sublime de l'arsenic brillant. La barite, la strontiane, la chaux, les deux alcalis décomposent l'arseniate d'ammoniaque, en dégagent l'ammoniaque, et s'emparent de son acide. La magnésie le décompose en partie, et fait un sel triple avec une portion de ce sel.

15. L'acide arsenique saturé d'alumine forme une dissolution épaisse, qui, évaporée à siccité, donne un sel insoluble dans l'eau, et décomposable par les acides sulfurique, nitrique et muriatique, ainsi que par toutes les bases terreuses et alcalines. Aussi l'acide arsenique ne précipite-t-il aucun des sels alumineux formés par ces acides. L'acide arsenique dissout facilement, par sa fusion, l'alumine des creusets; il attaque aussi la silice, mais n'y opère aucun changement par la voie humide. On ne connaît pas la combinaison de cet acide avec la zircone.

16. A un grand feu, l'acide arsenique décompose les sulfates alcalins et terreux, même le sulfate de barite; l'acide sulfurique est dégagé en vapeur ; il reste dans la cornue des arseniates ; il agit de même sur les nitrates, dont il dégage l'acide pur; il décompose encore à une haute température les muriates, en dégage l'acide muriatique gazeux ; il s'unit à leurs bases, qu'il sature : ce que ne peut pas faire l'acide arsenieux, trop volatil pour produire cet effet. Il agit de même sur les fluates, et bien plus facilement sur les carbonates, avec lesquels il fait une vive effervescence à l'aide de la chaleur; il est sans action sur les phosphates, et il précipite à chaud l'acide boracique des borates dissous.

17. On ne connaît point encore la proportion des principes de l'acide arsenique ; on n'a point déterminé ses quantités respectives d'arsenic et d'oxigène, non plus que celles qui composent l'acide arsenieux. Tout annonce cependant que le premier contient au moins un sixième de son poids d'oxigène, tandis que l'acide arsenieux n'en contient peut-être pas un douzième.

18. L'acide arsenique n'est encore d'aucun usage dans les arts, au moins immédiatement : on verra par la suite qu'il fait partie de certaines compositions pour la teinture ; il est aussi un des acides minéralisateurs que la nature a combinés avec quelques oxides métalliques. On le prépare en chimie pour les expériences et les démonstrations de cette science. Quand on l'aura mieux étudié, il sera vraisemblablement très-utile aux manufactures.

ARTICLE III.

Du tungstène et de son acide.

§. Ier.

Du tungstène métal.

A. *Histoire.*

1. Quoique Schéele soit le premier chimiste qui ait reconnu et annoncé la nature métallique du tungstène (nom donné d'abord à un minéral blanc, très-transparent, qui contient le métal acidifié uni à la chaux, et qu'on a transporté ensuite au métal qu'on en retire); quoique Bergman, à la même époque de 1781, ait confirmé la découverte de Schéele sur ce métal, on ne doit rapporter la première connaissance de ses propriétés métalliques qu'à MM. d'Elhuyar, chimistes espagnols, qui, ayant retrouvé le même métal dans ce qu'on nommait le *wolfram*, l'ont obtenu assez bien réduit pour en déduire quelques-uns des caractères. Depuis eux, M. Angulo a répété leurs expériences et obtenu les mêmes résultats à Dijon, dans le laboratoire de l'Académie.

B. *Propriétés physiques.*

2. Le métal qu'ils ont retiré jusqu'ici, ou le tungstène, était en un bouton composé de beaucoup de petits globules très-friables, d'une couleur grise d'acier; il pesait 17,6 : ainsi il est entre le mercure et l'or pour sa pesanteur. Il était si difficile à fondre, qu'on l'a même trouvé au-dessus du manganèse par cette propriété, et conséquemment le plus infusible des métaux avec le platine. Le citoyen Guyton lui donne le cinquième rang pour la dureté; il le place à côté du zinc, et alors il est, suivant lui, moins cassant que le bismuth.

C. *Histoire naturelle.*

3. On ne le connaît encore ni natif, ni allié, ni combiné avec des combustibles, ni uni à des acides; on ne l'a encore trouvé que dans l'état acide combiné avec la chaux, le fer et le manganèse, et le plomb.

4. La première de ces combinaisons est le *tungstène* des Suédois; la seconde était nommée *wolfram*; et la troisième, mine de plomb *jaune* ou *plomb jaune*. Il est plus naturel d'en parler avec quelques détails à l'histoire de l'acide tunstique lui-même, beaucoup plus avancée que celle du métal qui en fait le radical, et à celle du fer et du plomb.

D. *Essai et métallurgie des mines de tungstène.*

5. On fait moins un essai de ces mines pour en connaître le métal, que pour s'assurer de la présence de son acide, parce qu'on a plus l'intention de retirer celui-ci que d'obtenir celui-là. Aussi l'on se contente de traiter le minéral soupçonné tunstate de chaux natif, par l'acide nitrique et l'acide muriatique : ces acides, chauffés plus ou moins sur cette substance, la convertissent en jaune, si elle contient l'acide tunstique; et c'est à cette simple opération, qui n'est vraiment qu'un caractère minéralogique, que se borne la docimasie de cette mine.

6. Il n'y a point encore de travaux métallurgiques sur les mines de tungstène : quoique quelques-unes soient déja trouvées assez abondamment dans la nature, on n'a encore rien entrepris, ni sur l'art d'en tirer en grand le métal, opération qui serait très-difficile à cause de son extrême infusibilité, ni sur celui d'en préparer ou d'en extraire quelque matière utile.

7. Dans les laboratoires de chimie, pour obtenir le métal, ce qu'on n'a fait ou pu faire encore jusqu'ici que

très en petit, on chauffe l'acide tunstique séparé de ses mines par le procédé qui sera décrit au paragraphe suivant, et mêlé avec du charbon dans un creuset de charbon ; il faut un feu considérable pour en obtenir la réduction et la fusion ; aussi n'a-t-on réussi encore que sur de très-petites quantités.

E. *Oxidabilité par l'air.*

8. Les chimistes qui ont jusqu'ici parlé du tungstène métal se réunissent à le regarder comme facile à oxider. On ne sait pas cependant s'il brûle à froid dans l'air ; mais en le chauffant avec son contact, il paraît qu'il se change promptement en un oxide jaune, qui devient blenâtre par une plus forte chaleur, qui teint les flux vitreux en blanc ou en bleu, et qui passe promptement à l'état d'acide tunstique par une oxigénation plus avancée. On n'a point déterminé la proportion d'oxigène qu'il absorbe pour s'oxider ou s'acidifier. Le citoyen Guyton a trouvé que son oxide adhérait fortement aux couleurs végétales et les fixait.

F. *Union avec les combustibles.*

9. On ignore absolument s'il y a des combinaisons possibles entre l'azote, l'hidrogène, le carbone et le métal tungstène ; on ne connaît pas mieux celles qu'il est sans doute susceptible de former avec le phosphore et le soufre : les petites quantités qu'on a obtenues jusqu'ici n'ont encore permis que d'essayer quelques-uns de ses alliages avec les métaux, parce qu'on a trouvé dans ce genre d'attraction un moyen d'en opérer plus facilement la réduction. On a reconnu qu'uni au fer et à l'argent, avec lesquels il s'allie facilement, il changeait leurs propriétés d'une manière singulière.

G. *Action sur l'eau et les oxides.*

10. On n'a encore rien fait sur les altérations dont l'eau et

les oxides divers pourront être susceptibles par le tungstène ; on ne peut donc encore rien trouver à cet égard qui puisse servir à caractériser ce métal nouveau si peu connu, et qui n'a encore été obtenu qu'en très-petite quantité : sa facile oxidabilité, et sa grande tendance à s'acidifier annoncent qu'il pourra enlever l'oxigène à plusieurs autres oxides.

H. *Action sur les acides.*

11. Les premiers et les seuls essais qu'on ait encore faits sur l'action réciproque du tungstène et des acides, et qui sont dus, comme presque tout ce qu'on a fait sur ce métal, à MM. d'Elhuyar, annoncent que ce métal est indissoluble et presqu'intraitable par les trois acides les plus puissans, le sulfurique, le nitrique et le muriatique; qu'il n'est attaquable, encore que légèrement, que par l'acide nitro-muriatique.

12. Si cette singulière résistance aux acides les plus forts ou les plus décomposables était bien constatée pour le tungstène, il se rapprocherait par là de l'or et du platine. Cependant, je dois observer que cette inaltérabilité n'est pas d'accord avec ce que les mêmes chimistes ont dit de l'oxidabilité de ce métal par l'air aidé du calorique, et que conséquemment elle mérite d'être confirmée ou constatée par de nouvelles expériences. On n'a rien dit encore de l'action de l'acide muriatique oxigéné, qui, comme on le prévoit, agit sur les métaux les plus intraitables, et doit, en oxidant facilement celui-ci, le convertir en acide tunstique.

Action sur les bases et sur les sels.

13. On n'a point traité encore le tungstène métal par les bases terreuses et alcalines, non plus que par les sels; on peut cependant croire, d'après l'action de l'acide nitrique, sinon sur ce métal, au moins sur son premier oxide qu'il

acidifie promptement, que les nitrates et les muriates suroxigénés, aidés d'une haute température, le feront passer à l'état d'acide, et que les premiers donneront pour produits de cette action des tunstates.

K. *Usages.*

14. Il n'y a rien à dire encore sur les usages d'un minéral aussi peu connu, aussi peu traité encore que le tungstène. Aucun essai n'a pu encore être fait relativement à ses propriétés utiles. On peut craindre même que sa réduction et sa fusion si difficiles le rendront si intraitable, qu'il ne pourra que très-difficilement être employé.

Cependant s'il est juste d'espérer que l'art, en s'occupant quelque jour de ce métal, si nouveau encore, et dont la nature offre dans le wolfram une mine si abondante, pourra découvrir des procédés plus simples que ceux qu'il possède encore pour le retirer assez en grand ; il est permis de croire en même temps que cette substance métallique deviendra très-utile dans beaucoup de travaux. Cette conclusion se tire tout naturellement du peu de propriétés déja découvertes dans le tungstène, de sa dureté assez grande, de son inductilité non complète, puisqu'il semble se rapprocher du zinc, de son infusibilité, même de son inaltérabilité par les acides, de la propriété qu'a son oxide de s'unir aux matières colorantes végétales, de les rendre fixes et peu changeantes. Les chimistes doivent donc redoubler d'efforts pour examiner ce métal, dont l'histoire doit être regardée comme à peine ébauchée. On va voir qu'on s'est beaucoup plus occupé de son acide.

§. I I.

De l'acide tunstique.

1. Comme Schéele, et Bergman en examinant, en 1781, la pierre pesante ou tungstène des Suédois, ont découvert qu'elle était composée de chaux saturée par un acide particulier; comme leur découverte, confirmée ensuite par plusieurs chimistes, a spécialement été fort étendue par celle que MM. d'Elhuyar y ont ajoutée de la présence de cet acide dans le wolfram, dernière découverte qui a donné aux chimistes les moyens de se procurer plus abondamment cet acide; il n'est pas étonnant qu'on ait beaucoup plus étudié les propriétés du tungstène acidifié que celles du tungstène métallique, et qu'on possède plus de connaissances sur l'un que sur l'autre.

2. Il était bien naturel de désigner cet acide par le nom de tunstique, d'après le mot suédois, qui représente sa combinaison native avec la chaux. Dans la nomenclature française on a ôté le *g* de ce mot pour avoir une prononciation plus douce et plus facile.

3. On ne fait point artificiellement cet acide, parce que la nature le présente dans les tunstates de chaux et de fer que l'on a découverts. On traite le premier, réduit en poudre très-fine, par l'acide nitrique ou l'acide muriatique qui enlèvent la chaux, ensuite par les alcalis qui dissolvent l'acide; on précipite les tunstates alcalins dissous par l'acide nitrique ou muriatique; on lave avec soin la poudre précipitée, et on la fait sècher : c'est l'acide tunstique solide que l'on conserve pour le faire entrer dans des combinaisons. On peut en extraire 0,68 du tunstate de chaux natif.

4. On peut encore obtenir l'acide tunstique du tunstate de chaux par un autre procédé que l'on doit à Schéele, comme

le précédent : il consiste à fondre dans un creuset une partie de tunstate de chaux avec quatre parties de carbonate de potasse ; celui-ci s'unit à l'acide tunstique, tandis que l'acide carbonique se porte sur la chaux : de sorte que le produit de cette fonte est un mélange de tunstate de potasse soluble et de carbonate de chaux. On lessive cette masse avec douze parties d'eau bouillante ; on verse de l'acide nitrique dans cette dissolution, et on lave bien l'acide précipité : le résidu de la dissolution aqueuse contient du carbonate de potasse et du tunstate de chaux non encore décomposé : on en sépare le premier par l'acide nitrique, et on traite de nouveau la portion non dissoute par quatre parties de carbonate de potasse ; on peut faire ainsi une analyse exacte du tunstate de chaux natif.

5. Pour extraire l'acide tunstique du tunstate de fer et de manganèse natif, on mêle cette mine en poudre avec deux ou trois fois son poids de nitrate de potasse ; on fait détoner ce mélange en le projetant par cuillerées dans un creuset rouge, ou en le chauffant dans un de ces vases assez grand pour prévenir le boursouflement. Quand la détonation est finie, on lessive la matière dans de l'eau distillée, qui dissout le tunstate de potasse formé, et on le précipite par l'acide muriatique en excès, qui sépare l'acide tunstique en poudre blanche ; on lave bien cette poudre jusqu'à ce que l'eau sorte insipide. Cette dernière préparation est un peu plus difficile et donne souvent un acide un peu moins pur que la première ; mais en le traitant par l'acide muriatique, on peut lui enlever tout le manganèse et tout le fer, et l'avoir bien blanc et sans mélange. L'abondance du tunstate de fer natif en France, tandis qu'on n'y a pas encore trouvé le tunstate de chaux, doit au reste engager les chimistes français à perfectionner le procédé propre à en extraire l'acide tunstique. Il y est contenu à la proportion de 0,64.

6. L'acide tunstique, ainsi préparé, est en poudre blanche,

d'une saveur âpre, métallique et acide faible; sa pesanteur spécifique, indiquée par Bergman, est de 3,600. Il rougit la teinture de tournesol.

7. Chauffé au chalumeau, l'acide tunstique devient d'abord fauve, ensuite brun et à la fin noir; il ne donne point de fumée, et ne présente aucun signe de fusion. Quand on le fait calciner quelque temps dans un creuset, il perd la propriété de se dissoudre dans l'eau.

8. Il n'éprouve aucune altération sensible à l'air; il se dissout dans vingt parties d'eau bouillante, et se sépare en partie par le refroidissement. Cette dissolution est aigre, elle rougit la teinture de tournesol.

9. Chauffé avec du charbon, il repasse, quoique difficilement, à l'état métallique; avec du soufre il devient gris sans se réduire, ainsi qu'avec le phosphore. Il précipite en vert les dissolutions de sulfures alcalins. Il paraît qu'il est décomposable par plusieurs métaux; car si l'on ajoute un peu d'acide muriatique à sa dissolution dans l'eau, et qu'on en mette quelques gouttes sur une lame polie de zinc, d'étain ou de fer, elles y laissent des taches bleues : la même couleur bleue se manifeste en plongeant ces métaux dans la dissolution.

10. Les acides ne dissolvent point l'acide tunstique blanc et pulvérulent, mais ils en altèrent les propriétés d'une manière remarquable, et qui n'est pas encore bien connue. L'acide sulfurique bouillant le fait devenir bleu, ce qui le rapproche de l'acide molybdique; l'acide nitrique et l'acide muriatique lui font prendre une belle couleur jaune. Dans ce dernier état, l'acide tunstique, suivant l'observation de MM. d'Elhuyar, perd sa saveur, sa dissolubilité, et acquiert, avec une pesanteur spécifique beaucoup plus grande, la propriété de faire avec les bases des sels différens de ceux de l'acide blanc. Les chimistes espagnols ont pensé que l'acide blanc, décrit jusqu'ici, était un sel acidule triple, et que le jaune était l'acide tunstique

pur : mais leurs propres observations, qui prouvent que dans cet état jaune il a perdu sa saveur aigre, sont contraires à la première assertion, qui n'est pas d'ailleurs appuyée de preuves expérimentales suffisantes. La couleur jaune que prend l'acide tunstique avec les acides nitrique et muriatique, est un de ses caractères spécifiques les plus prononcés.

11. L'acide tunstique forme, avec la barite, un sel insoluble, ainsi qu'avec la magnésie. Lorsqu'on jette sa dissolution dans l'eau de chaux, il donne un précipité de tunstate de chaux semblable à celui de la nature et indissoluble comme lui. Avec la potasse on obtient un sel qui fournit de très-petits cristaux ; on n'a point décrit ni annoncé encore le tunstate de soude. Saturé d'ammoniaque, l'acide tunstique forme un sel qui cristallise en très-petites aiguilles, qui laisse aller son alcali volatil par l'action du feu ; il se change en poudre sèche et jaunâtre ; le tunstate ammoniacal décompose le nitrate et le muriate de chaux, et les précipite en tunstate de chaux indissoluble. On n'a point examiné ses combinaisons avec l'alumine et la zircone.

12. L'acide tunstique ne précipite ou ne décompose les sels que par les attractions électives doubles. Les dissolutions de tunstates alcalins forment ainsi des précipités de tunstates terreux dans celles des sulfates, nitrates, muriates, de chaux, d'alumine, de magnésie et de barite. Il se fond avec les phosphates et les borates, qu'il colore en blanc ou en vert.

13. Il n'agit point comme dissolvant sur les métaux ; il oxide cependant le fer en passant au bleu en lui cédant son oxigène.

14. Il n'est encore d'aucun usage. Le citoyen Guyton a déja proposé les moyens de l'utiliser en l'unissant aux matières colorantes végétales qu'il a la propriété de fixer et de solidifier. On reviendra ailleurs sur cette propriété.

ARTICLE IV.

Du molybdène et de son acide.

§. Ier.

Du molybdène métal.

A. *Histoire.*

1. Le nom de *molybdène*, autrefois synonymee de ceux de *plombagine*, de *fausse mine de plomb* ou de *crayon noir*, ou de la naturelle combinaison de fer et de charbon, carbure de fer dont on parlera ailleurs, est donné aujourd'hui à un métal cassant et acidifiable, dont on a long-temps confondu la mine avec cette dernière substance charbonneuse. Quoique Pott, Quist, et quelques autres chimistes eussent d'abord reconnu quelque différence dans les propriétés de la mine de molybdène du celles du carbure de fer, la plupart des naturalistes n'avaient pas distingué suffisamment ces deux matières; beaucoup même les avaient regardées comme un seul et même corps, parce qu'on les vendait l'une pour l'autre dans le commerce, jusqu'à ce que Schéele, en 1778, ait publié, dans les volumes de l'Académie de Stockholm, un mémoire dans lequel il a fait voir que ce qu'on nommait molybdène était très-différent du carbure de fer, et contenait une combinaison de soufre avec ce qu'il croyait être un acide particulier. Pelletier a répété depuis toutes ces expériences et en a ajouté beaucoup d'autres dans un mémoire publié dans le Journal de physique en 1789, où il a prouvé que le molybdène des minéralogistes étoit une combinaison d'un métal particulier et de soufre, et qu'en le traitant par divers procédés, qui tous se réduisaient à séparer le soufre et à oxigéner le métal, Schéele avait formé et

non retiré l'acide. En même temps il a non seulement confirmé les découvertes de Schéele sur l'acide molybdique ; mais il a trouvé plusieurs de ses propriétés qui avaient échappé au chimiste suédois. Depuis ces travaux reconnus et vérifiés aujourd'hui par tous les chimistes, on nomme, dans la nomenclature méthodique, le métal *molybdène*, sa mine *sulfure de molybdène*, et son acide *molybdique*.

B. *Propriétés physiques.*

2. Le molybdène métal est extrêmement rare et extrêmement difficile à obtenir. Comme, en séparant le soufre de sa mine, il s'oxide et s'acidifie très-aisément, on est obligé de décomposer ensuite son acide, de lui enlever cet oxigène pour avoir le métal ; et Schéele, en faisant cette expérience avec soin, en employant même plusieurs fondans, n'a jamais pu l'obtenir à l'état métallique, et n'a eu qu'une poussière noire, sans cohérence et sans brillant. Bergman annonçait en 1781, dans sa Dissertation sur les acides métalliques, et écrivait la même année au citoyen Guyton, que le docteur Hielm, autrefois son élève, était parvenu à réduire cet acide, et à recueillir assez de molybdène en métal pour pouvoir reconnaître ses vrais caractères ; mais depuis cette annonce on n'a rien publié ni sur le procédé de Hielm, ni sur le métal obtenu par ses soins. Pelletier, dans ses expériences sur la réduction de l'oxide et de l'acide molybdiques, n'a point eu un culot métallique, mais une masse agglutinée, noirâtre, friable, ayant le brillant métallique, dans laquelle la coupe faisoit voir de petits grains ronds brillans et gris ; ce métal paroît être d'une extrême infusibilité ; il pèse à peu près 6,000.

C. *Histoire naturelle.*

3. On n'a encore trouvé le molybdène que dans l'état de sulfure et dans celui d'acide ; ce dernier état le présentant

d'ailleurs combiné sous la forme de sels avec des oxides métalliques, on ne doit en traiter qu'aux articles des métaux avec les oxides desquels il se rencontre combiné.

4. Le sulfure de molybdène, long-temps confondu, comme on l'a dit plus haut, avec le carbure de fer, en diffère cependant à beaucoup d'égards. Il est moins gras au toucher que ce dernier, plus dur et moins grenu, plus brillant et moins sombre, tirant bien plus sur le bleu. Formé de grandes lames écailleuses, posées les unes sur les autres, peu adhérentes, que l'on peut séparer et même couper avec un couteau, il tache moins les doigts que le carbure de fer, et il laisse sur le papier des traces bleuâtres ou d'un gris argentin, moins foncées et moins colorées que celles de ce dernier. Il est difficile à mettre en poudre à cause de l'élasticité de ses lames; Schéele n'y est parvenu qu'en jetant dans le mortier du sulfate de potasse cristallisé, qu'il enlevait ensuite à l'aide de l'eau. Sa poussière est bleuâtre. Le citoyen Haüy ajoute à ces caractères distinctifs les deux propriétés suivantes : le sulfure de molybdène communique à la résine l'électricité vitrée, à l'aide du frottement, au lieu que le carbure de fer ne lui en communique aucune, du moins lorsqu'il y laisse son empreinte métallique. Il forme sur la faïence des traits d'un vert jaunâtre, tandis que ceux qui proviennent du carbure de fer ont sa couleur ordinaire. M. Kirwan estime que les proportions des composans du sulfure de molybdène sont de 0,55 de soufre, et de 0,45 de métal.

5. Comme les chimistes ont beaucoup plus examiné le sulfure de molybdène que le métal lui-même, je suis obligé, à chacun des numéros suivans, d'indiquer, après le peu de notions que j'ai pu recueillir sur le molybdène, l'altération que son sulfure éprouve par chaque agent. Au défaut de connaissances sur le métal, je remplirai en quelque sorte les lacunes que son histoire va présenter, par l'énoncé des propriétés que présente le sulfure de molybdène; et j'observerai à cet égard qu'en séparant les effets manifestement dus au soufre, dont

je parlerai, les autres seront réellement des phénomènes dus au métal lui-même.

D. *Essais et métallurgie.*

6. On reconnaît manifestement et sans erreur le sulfure de molybdène, après avoir constaté les caractères physiques indiqués plus haut, en ce que, traité au chalumeau, il exhale du soufre, reconnoissable à son odeur, et une fumée blanche qui se condense sur les corps froids voisins en lames ou aiguilles cristallisées, jaunâtres, et qui devient bleue par le contact de la flamme intérieure.

7. On ne traite point le sulfure de molybdène en grand, puisque son seul usage, peu fréquent, consiste à l'employer tel qu'il sort de la terre, ou simplement pulvérisé comme le carbure de fer, dont il ne remplace cependant jamais la véritable utilité.

E. *Oxidabilité par l'air.*

8. Le molybdène, chauffé avec le contact de l'air, se change, à une haute température, en un oxide blanc, volatil, cristallisé en aiguilles brillantes, et qui acquiert promptement les propriétés acides. On n'a point déterminé la proportion d'oxigène que ce métal absorbe dans son oxidation. Cet oxide, chauffé avec des corps combustibles, prend une couleur bleue sombre et peu brillante, en se rapprochant de l'état métallique.

9. Le sulfure de molybdène, calciné dans un grand creuset recouvert d'un autre vaisseau pareil, a donné à Pelletier des cristaux aiguillés, blancs et brillans, sublimés, comme on en obtient de l'antimoine, auxquels il a reconnu des caractères acides. Avant cette sublimation, il s'est dégagé du soufre.

F. *Union avec les corps combustibles.*

10. Le molybdène s'unit très-bien au soufre par la chaleur, et reforme le sulfure de molybdène. On ne connaît pas son

union avec le phosphore. Il s'allie aux métaux et les rend grenus, grisâtres, très-friables.

G. *Action de l'eau et des oxides.*

11. On ne connaît point l'action du molybdène ni de son sulfure sur l'eau et sur les oxides métalliques.

H. *Action des acides.*

12. On n'a presque point apprécié encore l'action du molybdène sur les divers acides. On sait seulement que l'acide sulfurique bouillant l'oxide, et que l'acide nitrique le convertit en acide molybdique.

13. Schéele et Pelletier ont mieux déterminé l'action de quelques acides sur le sulfure de molybdène. L'acide sulfurique bouillant donne de l'acide sulfureux et en oxide le métal. L'acide nitrique, distillé sur ce sulfure, en brûle le soufre et en acidifie le métal. Schéele, en traitant une partie de sulfure de molybdène cinq fois de suite par six parties d'acide nitrique un peu étendu d'eau à chaque fois, a obtenu dans la cornue une poudre blanche, qui était un mélange d'acide sulfurique et d'acide molybdique. L'acide muriatique n'a d'action ni sur le métal ni sur sa mine. L'acide arsenique, chauffé dans une cornue avec du sulfure de molybdène, brûle le soufre en acide sulfureux, convertit une portion du métal en acide molybdique, en laisse une autre à l'état de métal, et passe lui-même à l'état métallique et en partie en sulfure d'arsenic. Pelletier s'est servi de cette expérience pour prouver que le molybdène est en métal dans sa mine.

I. *Action sur les bases salifiables et les sels.*

14. Les alcalis dissolvent le molybdène et favorisent son oxidation, qui en général est très-facile. Ils forment, à l'aide du feu et par la voie sèche, avec le sulfure de molybdène,

un sulfure alcalin qui retient le métal en dissolution. On n'a que peu examiné cette action, et point du tout encore celle des matières terreuses, ni sur le molybdène, ni sur sa mine.

15. Parmi les sels il n'y a encore que le nitrate de potasse dont on ait déterminé la manière d'agir sur le sulfure de molybdène et non encore sur le métal. Une partie de cette mine et quatre parties de nitre détonent dans un creuset rouge et donnent une masse rougeâtre pour produit. Cette masse lessivée laisse environ 0,02 d'oxide de fer rouge, et fournit, dans la dissolution du sulfate de potasse, du nitre non décomposé et du molybdate de potasse; ce qui prouve que le soufre et le molybdène, tous eux oxigénés à leur *maximum* ou acidifiés, se sont unis avec la base du nitre.

K. *Usages.*

16. Comme on n'a eu encore que très-peu de molybdène, on ne l'a encore que légèrement traité par quelques essais chimiques; il n'a pu être consacré à aucun usage. Le sulfure de molybdène est quelquefois substitué ans les arts au carbure de fer, avec lequel on le confond dans le commerce; mais, comme on l'a déja dit plus haut, il ne le remplace que très-imparfaitement, en sorte qu'on peut dire qu'il n'est pas encore utilisé. Quand on le connoîtra mieux et qu'on sera plus familiarisé avec ses propriétés, il n'est pas invraisemblable qu'il pourra entrer dans quelques alliages, et que son oxide bleu ou jaune pourra servir à la peinture.

§. II.

De l'acide molybdique.

1. On a déja vu que c'est à Schéele que l'on doit la découverte de l'acide molybdique; mais on a dû voir en même temps que, quoique cet habile chimiste ait le premier préparé

cet acide, sa découverte fut réellement tachée par une erreur, puisqu'il croyait avoir simplement extrait l'acide molybdique de sa mine, qu'il nommait encore molybdène avec tous les naturalistes, et puisqu'il regardait cette mine comme un vrai composé de cet acide, de soufre et d'un peu de fer. C'est la doctrine des chimistes français qui a reconnu et corrigé cette erreur, en faisant voir au citoyen Guyton, à Pelletier et à tous les auteurs ou partisans de la théorie pneumatique, que, dans les diverses expériences de Schéele où il avait obtenu l'acide molybdique, il l'avait réellement produit ou formé en brûlant le molybdène et en le chargeant de toute la quantité d'oxigène qu'il pouvait absorber.

2. Quoique l'acide molybdique paraisse exister dans la nature, puisque M. Klaproth l'a retiré d'une mine de plomb jaune, on prépare toujours ou l'on fabrique artificiellement et de toutes pièces cet acide, en traitant le sulfure de molybdène, la seule mine de cette substance qui soit encore connue, par plusieurs procédés oxigénans.

3. Il y a quatre procédés, connus et pratiqués, pour convertir le molybdène contenu dans sa mine ou dans son sulfure natif, en acide molybdique. Le premier consiste dans son oxidation par le feu et l'air. Schéele avait observé qu'en chauffant un fragment de sulfure de molybdène à la flamme du chalumeau sur une lame d'argent, la fumée blanche qu'il exhalait s'attachait sur la lame en une petite écaille d'un blanc jaunâtre et brillante, qui était de véritable acide molybdique. Mais ce moyen n'en fournit que quelques atomes : Pelletier l'a beaucoup agrandi en conseillant de faire la même opération dans un creuset recouvert d'un pareil vaisseau. Les prismes brillans blancs qui se subliment dans ce cas sont de l'acide molybdique. Mais ce moyen est long; il exige un grand feu et il ne donne pas un acide bien pur. Ce n'est donc pas celui qu'on doit préférer.

4. Le second procédé est pratiqué avec l'acide nitrique; c'est

un des plus sûrs. Sur une partie de sulfure de molybdène en poudre, on verse cinq parties de cet acide faible ; on distille jusqu'à siccité et on obtient du mélange écumant beaucoup de gaz nitreux et de vapeur nitreuse ; on répète cette distillation trois ou quatre fois de suite en employant chaque fois cinq parties du même acide. A la fin, le résidu sec est blanc comme de la craie. C'est de l'acide molybdique mêlé d'acide sulfurique ; l'acide nitrique a brûlé le soufre et acidifié le molybdène en y portant son oxigène et en se décomposant. On lave le résidu sec avec de l'eau chaude, et on obtient ainsi l'acide molybdique pur et concret. L'eau du lavage enlève un peu de cet acide avec le sulfurique ; et quand on l'évapore fortement elle prend une couleur bleue qui annonce la décomposition de cet acide et son passage à l'état métallique.

5. Dans le troisième procédé, on distille du sulfure de molybdène avec de l'acide arsenique. Il n'y a aucune action entre ces deux corps tant qu'il y a de l'eau dans l'acide ; mais quand l'eau a passé, et en augmentant le feu, il se sublime de l'arsenic et du sulfure d'arsenic ; il passe de l'acide sulfureux, et il reste dans la cornue de l'acide molybdique concret. Cependant cet acide n'est pas pur, il est mêlé d'arsenic et de sulfure d'arsenic.

6. Le quatrième procédé est le plus expéditif de tous, et mériterait la préférence sur tous les autres, s'il donnait l'acide pur. Il est le produit de la détonation du nitre avec le sulfure de molybdène. On projette dans un creuset trois parties de nitrate de potasse et une partie de sulfure de molybdène bien pulvérisés et bien mêlés ensemble auparavant. Après la détonation on a une masse rougeâtre, composée d'oxide de fer, de sulfate de potasse et de molybdate de potasse. En la lessivant dans l'eau, les deux sels se dissolvent, et l'oxide de fer reste. On évapore la dissolution pour obtenir le sulfate de potasse, et on verse, dans la liqueur qui refuse de cristalliser et qu'on étend d'un peu d'eau, de l'acide sulfurique jusqu'à ce

qu'il ne produise plus de précipitation sensible. Il faut observer cependant que cet acide ne décompose pas complétement le molybdate de potasse, et que l'acide qui se précipite est du molybdate acidule de potasse, dont les propriétés different essentiellement de l'acide molybdique pur. Je n'ai même décrit ce procédé que pour faire connaître ici ce résultat particulier et l'existence de cet acidule molybdique. On doit en conclure que le véritable et le seul moyen d'avoir de l'acide molybdique pur consiste dans le second procédé, ou le traitement du sulfure de molybdène par l'acide nitrique.

7. L'acide molybdique préparé par les opérations indiquées, sur-tout par le second procédé, est en poudre blanche, d'une saveur aigre et métallique; sa pesanteur, suivant Bergman, est de 3,400.

8. Chauffé dans une grande cornue de verre, il donne, à un grand feu, un peu d'acide sulfureux : ce qui prouve qu'on ne l'en prive qu'avec la plus grande difficulté ; mais il n'éprouve d'autre altération qu'un commencement de fusion. Dans un creuset bien fermé, il se fond à un grand feu, il s'attache aux parois du vase comme un enduit vitreux ; et il se cristallise en rayons qui partent du centre par le refroidissement. Si on découvre le creuset au moment où l'acide est fondu, il s'élève en fumée blanche par le contact de l'air, et cette vapeur s'attache en écailles brillantes d'un jaune doré sur les corps froids. Cette fumée disparaît, et la volatilisation cesse au moment où l'on referme l'appareil; d'où il suit que le contact de l'air en est la cause immédiate : aussi n'a-t-on point de sublimé, suivant Schéele, dans le creuset qui sert de couvercle. Il paraît, ou qu'il n'a point été assez chauffé, ou que, dans l'expérience de Pelletier, il passait un peu d'air au sein de l'appareil ; aussi son sulfure de molybdène a-t-il véritablement brûlé et s'est-il acidifié.

9. La plupart des corps combustibles décomposent l'acide molybdique. Le carbone le réduit, à l'aide du feu, en une

poussière noire qui se rapproche de l'état métallique et à qui il ne manque que l'aggrégation par la fusion pour être de véritable molybdène. En le chauffant avec trois parties de soufre, il se dégage de l'acide sulfureux, et il se forme du sulfure de molybdène. Plusieurs métaux chauffés avec cet acide le réduisent de même, s'oxident en partie et se combinent d'ailleurs en alliages avec le molybdène.

10. L'eau chaude le dissout facilement; une partie de cet acide en exige environ 500 pour se dissoudre; cette dissolution est très-acide et âpre; elle rougit le tournesol, précipite les sulfures alcalins et décompose le savon. Après sa fusion on le dissout de même; ce qui est différent de l'acide tunstique. La dissolution d'acide molybdique devient bleue lorsqu'on y tient du fer ou de l'étain plongés; elle fait effervescence avec les carbonates alcalins; elle précipite les dissolutions de nitrate et de muriate de barite. L'acide molybdique devient bien plus dissoluble avec une petite portion d'alcali, en formant du molybdate acidule.

11. L'acide sulfurique concentré dissout beaucoup d'acide molybdique à l'aide de la chaleur; il devient violet et bleu en refroidissant. L'acide muriatique en dissout aussi une grande quantité par l'ébullition; en distillant à siccité, une partie de l'acide se sublime en bleu et en blanc. Ce résidu est gris et déliquescent comme le sublimé. On voit le même phénomène jusque dans la fumée du molybdène formée au chalumeau, puisque la flamme intérieure de celui-ci colore cette fumée en bleu. L'acide nitrique ne touche pas à l'acide molybdique.

12. L'acide molybdique s'unit facilement avec les bases alcalines et terreuses; il forme des sels peu solubles avec ces dernières, bien dissolubles et cristallisables avec les alcalis. Schéele n'a presque rien dit des propriétés des molybdates alcalins et terreux, qui sont presque entièrement inconnus encore. Le molybdate calcaire n'est pas jauni par l'acide nitrique; le molybdate de barite est un peu soluble dans l'eau; le molybdate am-

moniacal est décomposable par le feu. Il y a un molybdate acidule de potasse ; et Schéele, sans le désigner par un nom particulier, indique cependant ses caractères différens de ceux de l'acide molybdique pur. Je le distinguerai ici à cause de ses différences mêmes, et parce qu'on l'obtient souvent au lieu de cet acide pur.

13. On obtient le molybdate acidule de potasse, soit en précipitant le produit de la détonation du nitre et du sulfure de molybdène par l'acide sulfurique, soit en unissant directement l'acide molybdique avec un peu de potasse comme pour le rendre plus dissoluble. Ce sel donne de petits cristaux irréguliers par le refroidissement de sa dissolution saturée bouillante ; l'acide qui y est en grand excès n'est plus cependant volatil à feu ouvert comme lorsqu'il est seul. Le molybdate acidule de potasse est beaucoup plus dissoluble que l'acide molybdique, puisqu'il n'exige que quatre parties d'eau bouillante ; il est aussi plus fusible. On le décompose en jetant, dans sa dissolution chaude et concentrée, un peu d'acide nitrique qui retient son alcali et précipite l'acide molybdique en petits cristaux. Le même acidule ne décompose pas le sulfate de potasse à l'aide du feu comme cet acide pur.

14. L'acide molybdique chauffé fortement avec la plupart des sulfates, et spécialement avec celui de potasse, en dégagent un peu d'acide sulfurique, parce qu'il forme dans ce cas du molybdate acidule ; aussi l'acide sulfurique ne décompose-t-il le molybdate de potasse que jusqu'au point de produire le même acidule, comme je l'ai déja fait remarquer. Il décompose aussi les nitrates et en dégage de l'acide nitreux par la chaleur. Les muriates sont aussi décomposés, et il se sublime une portion de l'acide molybdique blanc, jaune ou violet, qui attire l'humidité, se résout en liqueur à l'air, et devient bleu sur les métaux. Ces deux décompositions des nitrates et des muriates, l'acide nitreux qui se dégage des premiers, l'état déliquescent d'une partie de l'acide molybdique, semblent annoncer qu'il

peut se surcharger d'oxigène et être modifié par cette suroxigénation ; cependant il paraît suroxigéner l'acide muriatique qu'on distille sur lui, puisqu'il devient bleu par son action. Des expériences ultérieures sont nécessaires sur ce point.

15. L'acide molybdique n'est encore d'aucun usage ; il n'a encore été qu'un objet de recherches et de curiosité pour les chimistes. L'exemple de l'acide tunstique dont le citoyen Guyton a déja reconnu une propriété utile pour la teinture, doit engager les chimistes à s'occuper sous ce point de vue de l'acide molybdique.

ARTICLE V.

Du chrome et de son acide.

§. I.

Du chrome métal.

A. *Histoire.*

1. L'analyse d'un minéral, faite par d'autres moyens et avec plus de soins qu'on n'en avait encore mis dans son examen, vient de présenter (en frimaire an 6, décembre 1797) au citoyen Vauquelin la découverte de ce nouveau métal. Le plomb rouge de Sibérie lui avait paru, dans plusieurs essais préliminaires, offrir des propriétés qu'il ne trouvait dans aucune autre substance. Ayant fait des expériences suivies sur cette mine, malheureusement très-rare et très-peu abondante dans nos cabinets, il a reconnu qu'elle était formée d'oxide de plomb et de 0,36 d'un acide nouveau, que Bindheim et plusieurs autres chimistes avaient pris pour de l'acide molybdique, mais qui en diffère beaucoup plus qu'il

ne s'en rapproche par ses propriétés, comme on le verra bientôt. Voici comment il est parvenu à cette découverte.

2. En traitant le plomb rouge de Sibérie avec deux parties de carbonate de potasse dissous, qu'il a fait bouillir dans deux cents parties d'eau, la potasse s'est portée sur le nouvel acide, tandis que l'acide carbonique s'est uni au plomb. Le sel nouveau s'est trouvé en dissolution dans l'eau, et le carbonate de plomb au fond en poudre blanche. Il a précipité l'acide du nouveau sel par le moyen de l'acide nitrique qui s'est emparé de la potasse. Le plomb rouge de Sibérie, traité par l'acide muriatique s'est dissous en entier en prenant une belle couleur verte foncée; la liqueur évaporée a donné du muriate de plomb; celle qui surnageait et qui conservait sa belle couleur verte contenait l'oxide du nouveau métal désacidifié par l'acide muriatique, et ayant passé ainsi du rouge orangé au vert.

B. *Propriétés physiques.*

3. L'acide obtenu par le premier procédé, et l'oxide produit du second, ont été tous deux réduits par le citoyen Vauquelin, en les chauffant fortement dans un creuset de charbon; il en a obtenu un métal différent de tous ceux qu'on connaît, et que nous avons nommé en commun *chrome*, à cause de la propriété remarquable qu'il a de former un acide très-coloré et colorant lui-même toutes ses combinaisons salines.

4. Depuis cette première découverte, le citoyen Vauquelin a retrouvé ce métal, 1°., en oxide vert uni au plomb dans des cristaux de la même couleur, qui se trouvent presque toujours à côté du plomb rouge de Sibérie; 2°. également en oxide vert dans l'émeraude du Pérou, dont il est la vraie partie colorante; 3°. en acide dans le rubis spinelle qu'il colore de la belle nuance rouge qu'on lui connaît. M. Tassaert, chimiste prussien, chargé des travaux du laboratoire de l'école

des mines à Paris, a trouvé depuis l'acide chromique combiné avec le fer dans une mine du département du Var, près de Toulon.

5. Le métal extrait par le procédé indiqué est d'un blanc tirant sur le gris, très-dur, très-fragile, extrêmement difficile à fondre. La petite quantité que le citoyen Vauquelin a pu s'en procurer ne lui a pas permis encore d'y reconnaître beaucoup de propriétés.

C. *Histoire naturelle.*

6. On vient de voir dans la notice historique de sa découverte, qu'il est connu déja dans deux états et dans quatre fossiles ; en oxide vert uni à l'oxide de plomb et à l'émeraude du Pérou, en acide rouge combiné avec l'oxide de plomb, dans le plomb rouge de Sibérie, et avec l'alumine dans le rubis spinelle. Il n'est pas douteux qu'on le trouvera bientôt ou dans d'autres états, ou combiné dans beaucoup plus de minéraux.

D. *Docimasie et métallurgie.*

7. En décrivant la manière dont la découverte en a été faite, et les procédés par lesquels on l'a obtenu, tout ce qui peut appartenir jusqu'ici à sa docimasie a été donné. Il n'y a rien à dire encore sur les travaux métallurgiques auxquels il pourra donner naissance, puisqu'à peine découvert dans trois ou quatre fossiles très-rares, il n'a pu être encore soumis à aucun travail en grand.

E. *Oxidabilité par l'air.*

8. Il n'y a encore rien de connu sur son oxidabilité par l'air.

F. *Union avec les combustibles.*

9. Il en est de même de sa combinaison avec les corps

combustibles. On ne l'a encore eu qu'en si petite quantité qu'il a été impossible de l'unir avec le soufre, et avec les métaux.

G. *Action sur l'eau et les oxides.*

10. On n'a pas non plus apprécié s'il est susceptible d'agir sur l'eau, quelle est son attraction pour l'oxigène, et sa manière de se comporter par rapport aux différens oxides. Il paraît qu'il en a fort peu, puisqu'il se désoxide très-facilement, et ne s'oxide qu'avec la plus grande difficulté.

H. *Action sur les acides.*

11. Quoiqu'obtenu en bien petite quantité, le citoyen Vauquelin a cependant pu apprécier l'action qu'il exerce sur quelques acides. Il a reconnu qu'il est inattaquable par l'acide sulfurique, par l'acide muriatique ; que l'acide nitrique distillé sur lui plusieurs fois de suite, jusqu'à siccité, le change en oxide vert, et le fait même ensuite passer à l'état d'acide chromique jaune orangé ; que l'acide nitro-muriatique produit sur-tout cet effet beaucoup plus promptement, et qu'on peut lui donner ainsi toutes les propriétés qu'il a dans le plomb rouge de Sibérie.

I. *Action sur les bases et les sels.*

12. On ignore entièrement encore s'il peut être altéré par les terres et alcalis ; il ne s'y unit facilement que quand il est dans l'état d'acide, car à celui d'oxide vert il n'est pas dissoluble. C'est même par les alcalis fixes caustiques qu'on obtient cet oxide vert, en le séparant de l'alumine à laquelle il est uni dans l'émerande, alumine à laquelle les alcalis s'unissent sans toucher à l'oxide de chrome.

13. Il n'y a rien de connu par rapport à son action sur les sels.

K. *Usages.*

14. On se doute bien qu'une découverte aussi récente n'a encore pu être appliquée à aucun usage; cependant son auteur a déja laissé entrevoir que son oxide pourra servir aux verres et aux émaux, et peut-être même l'a-t-on déja employé, sans le soupçonner, dans des mélanges ou des produits de minéraux, mal connus ou mal analyés, dont il peut bien faire partie. Les manufactures de porcelaine sont souvent dans ce cas, en préparant avec des mines très-mélangées des oxides pour obtenir des nuances très-variées. La nature même de ces nuances dépend d'alliages inconnus, dont le chrome pourrait bien être une partie constituante.

§. II.

De l'acide chromique.

1. Quoique découvert depuis très-peu de temps et n'ayant encore été examiné qu'en bien petite quantité par les différens procédés auxquels le citoyen Vauquelin l'a soumis, l'acide chromique est cependant plus connu et fournit plus de faits à l'histoire de la chimie que le chrome lui-même. Cela vient de ce que la nature l'ayant présenté combiné avec l'oxide de plomb, il a été bien plus facile de l'en extraire et d'en reconnaître conséquemment quelques-unes des propriétés, qu'il ne l'a été pour le métal qu'on n'a pu encore obtenir qu'avec la plus grande difficulté, et en beaucoup moindre quantité.

2. L'acide chromique, extrait du plomb rouge de Sibérie, traité par le carbonate de potasse, et à l'aide d'un autre acide plus fort qui le dégage de cet alcali, est en poussière rouge ou jaune orangée, d'une saveur âpre métallique particulière, plus sensible que celle d'aucun autre acide métallique.

3. Lorsqu'on l'expose à l'action de la lumière et du calo-

rique dans des vaisseaux ouverts, il devient vert; dans des vaisseaux fermés, il donne du gaz oxigène pur, et repasse également à l'état d'oxide vert en perdant son acidité. Le plomb rouge de Sibérie, lui-même, donne du gaz oxigène, quand on le chauffe dans des vaisseaux fermés, et il prend une couleur d'un vert jaunâtre. L'acide chromique est le premier acide métallique connu qui puisse se désacidifier aussi facilement par l'action du calorique, et donner du gaz oxigène par cette simple opération. On verra que plusieurs de ses propriétés tiennent à ce peu d'adhérence, au moins à une portion de son oxigène. L'oxide vert de chrome ne repasse à l'état d'acide chromique qu'en le traitant par des acides qui lui restituent de l'oxigène.

4. On ne connaît point encore l'action de la plupart des corps combustibles sur l'acide chromique. On sait seulement qu'en le chauffant fortement avec le charbon, il noircit et passe promptement à l'état métallique sans se fondre. La facilité avec laquelle il laisse aller son oxigène annonce qu'il pourra être promptement décomposé par l'hidrogène, le phosphore et le soufre.

L'acide chromique est dissoluble dans l'eau; il cristallise par le refroidissement et l'évaporation en prismes d'une couleur rouge de rubis. Il paraît être susceptible de s'unir à beaucoup d'oxides métalliques.

6. Parmi les acides, aucun n'a une action plus remarquable sur lui que le muriatique; distillé à un feu doux sur l'acide chromique, ce dernier passe promptement à l'état d'acide muriatique oxigéné; aussi lui donne-t-il par son mélange la propriété de dissoudre l'or. Il se rapproche par cette propriété de l'acide nitrique, et cela tient à la faible adhérence de l'oxigène. Il faut remarquer que c'est le seul des acides métalliques qui présente ce caractère.

7. L'acide chromique s'unit très-aisément aux matières alcalines; il forme avec elles des dissolutions de couleur

orangée ou dorée, qui donnent des cristaux orangés par l'évaporation. C'est le seul acide qui présente cette propriété de colorer ses sels : et c'est-là ce qui nous a engagés à le nommer chromique, en réservant le nom de chrome à son radical métallique. On ne connaît point encore les chromates terreux, non plus que les propriétés spécifiques des chromates alcalins, et l'ordre d'attraction de cet acide pour ses bases. On sait seulement que les chromates terreux sont indissolubles, ou beaucoup moins dissolubles que les chromates alcalins.

8. On ignore également quelle est l'action de l'acide chromique sur les sels, et s'il sera susceptible d'en décomposer quelques-uns, comme on l'a vu pour les autres acides métalliques. Il paraît au moins que cette décomposition ne pourra s'opérer qu'à l'aide d'une très-haute température, ou d'attractions électives doubles, puisque les acides sulfurique, nitrique et muriatique, décomposent le chromate de potasse, et précipitent l'acide chromique de sa dissolution.

9. Comme on n'a point encore apprécié l'action de l'acide chromique sur les métaux, je ne puis rien dire ici de sa combinaison avec l'arsenic, le tungstène et le molybdène, du rapport d'attractions qui existent entre cet acide et ceux de ces radicaux métalliques, dont l'ordre que j'ai adopté me ferait une loi de parler ici.

10. L'acide chromique, ainsi que l'oxide vert de chrome, promettent d'être fort utiles, soit seuls, soit combinés avec d'autres oxides métalliques, à la peinture, aux couleurs sur porcelaine, à la verrerie, dans l'imitation des pierres précieuses, et peut-être même à la teinture.

ARTICLE VI.

Du titane.

A. *Histoire.*

1. En 1795, an 3 de la République, M. Klaproth, chimiste de Berlin, ayant examiné un fossile de Boinik en Hongrie, connu sous le nom de schorl rouge, à cause de sa forme de prismes ou de colonnes cannelées, découvrit que c'était un oxide natif d'un métal inconnu jusqu'alors; il le caractérisa par les propriétés suivantes, les plus marquées et les plus distinctives en effet, de passer du blanc au jaune et du jaune au rouge, lorsqu'on le calcinait; de donner un émail jaune, de prendre des couleurs bleu, jaune et violette par les flux vitreux au chalumeau; d'être très-avide d'oxigène; d'être précipité par les sulfures; de donner un précipité épais, brun, rougeâtre et comme du sang par la noix de galle. Quoiqu'il ne soit pas parvenu à réduire cet oxide, quoiqu'il ne l'ait obtenu qu'en scories brunes vers le fond, et d'un bleu grisâtre en dessus; comme ses propriétés ne pouvaient laisser aucun doute sur sa nature métallique, il lui a donné le nom de *titanium*, mot insignifiant, comme il en convient lui-même, mais par cela très-propre à ne donner aucune fausse idée. On a traduit en français ce mot par celui de titane.

2. Vers la fin de la même année, les citoyens Miché et Cordier, officiers des mines de la République, trouvèrent, dans le canton de Saint-Yriez, département de la Haute-Vienne, du schorl rouge en petites masses cassées, roulées et usées à leur surface, semées sur la terre dans les champs. Depuis long-temps on s'en était servi, dans la manufacture de Sèvres, pour faire le brun sur les porcelaines; mais on avait renoncé à son usage à cause de l'extrême difficulté d'en obtenir une teinte uniforme. Les citoyens Vauquelin et Hecht en ont

entrepris un examen chimique très-détaillé; ils ont vérifié et confirmé la découverte de M. Klaproth; ils ont ajouté quelques faits nouveaux, et sur-tout une plus grande précision à son travail; ils sont parvenus à approcher, beaucoup plus près que lui, de la réduction de ce métal, et ils ont décrit plusieurs propriétés du titane métallique, dont le chimiste de Berlin n'avait pas parlé. Ils m'ont donc fourni beaucoup plus de détails et de résultats pour cet article, entièrement dû à leurs travaux ainsi qu'à ceux de M. Klaproth.

B. *Propriétés physiques.*

3. Le titane métallique, obtenu comme on le dira bientôt, présente non un véritable culot bien fondu, mais une masse agglutinée, fragile, noirâtre, brune, caverneuse, cristallisée dans son intérieur, cassante et dure, presque toujours, en tout ou en partie, d'une couleur rougeâtre, ou d'un jaune rougeâtre éclatante et brillante à sa surface, également brillante et rouge dans quelques cavités intérieures, tapissant souvent les creusets d'un enduit de la même nuance, changeant et s'irisant en pourpre lorsqu'elle est plongée bien chaude dans l'air, volatile et attachée au couvercle des creusets avec cette couleur rouge, par le grand feu qu'on emploie pour sa réduction. C'est le seul métal qui se rapproche autant de la teinte du cuivre, quoique la sienne soit mêlée de jaune.

C. *Histoire naturelle.*

4. On ne connaît encore le titane que sous la forme d'oxide dans la nature. On en distingue deux espèces. A. *L'oxide de titane rouge et pur*, nommé schorl rouge, trouvé en Hongrie, en Espagne, en France, au Mont-Saint-Gothard. Ce dernier a été trouvé par M. de Saussure, qui l'a nommé sagenite, à cause de sa forme de cristaux en réseaux ou filets, *sagena*. Il est disséminé en longues aiguilles brillantes, et renfermé dans

le cristal de roche de Madagascar. La forme de sa molécule est un prisme triangulaire à bases rectangles isocèles. On l'obtient comme forme primitive, en divisant le noyau dans le sens des diagonales des bases de ses cristaux. Ceux-ci sont des prismes héxaèdres avec des sommets dièdres, comme ceux de Saint-Yriez, ou des prismes octogones cannelés comme ceux de Hongrie, ou des prismes carrés, comme ceux trouvés, il y a quelques années, près de Pont-James-les Noyers, entre Nantes et Ingrande. Souvent ses cristaux sont groupés deux à deux, et croisés comme les cristaux d'étain, sous un angle de 114d. Sa couleur est rouge, plus ou moins foncée, plus claire et plus brillante, demi-transparente même sur ses bords. Il se casse facilement; mais ses fragmens durs sont difficiles à pulvériser. Il raye le verre. Il pèse entre 4,180 et 4,246. B. *Le titane silicco calcaire*, ou TITANITE de Klaproth. C'est un fossile composé d'oxide de titane, de silice et de chaux, presque à parties égales; sa pesanteur spécifique est de 3,510. Au chalumeau, il ne se forme que quelques boursouflures à sa surface. Il se trouve à Passau, en petits prismes droits rhomboïdaux, terminés par des sommets dièdres, dans une gangue composée de feld-spath et de quartz.

D. *Essai et métallurgie.*

5. Il n'y a encore ni essais docimastiques, ni travaux métallurgiques sur cette substance métallique, découverte depuis trois ans au plus. Les chimistes sauront bien reconnaître sa mine oxidée, aux divers caractères qu'elle présente, et qui seront décrits avec soin dans cet article. On se contentera de noter ici que le citoyen Vauquelin a obtenu des signes sensibles de la réduction de l'oxide rouge natif, en en chauffant cent parties avec cinquante parties de borax calciné, et cinquante parties de charbon réduit en pâte avec de l'huile, et exposées dans un creuset brasqué, pendant une heure et demie, à un

feu de forge élevé jusqu'à 166 degrés du thermomètre de Weedgwood, au delà duquel les creusets de porcelaine les plus réfractaires fondaient. Il a eu une masse agglutinée, noirâtre, rouge de cuivre, et brillante à sa surface.

6. Comme le titane métallique est très-rare, qu'il n'a encore été obtenu que par le citoyen Vauquelin, et en trop petite quantité pour qu'il ait pu le soumettre à une suite d'expériences suffisante; comme au contraire son oxide natif a été examiné avec beaucoup de soin par les deux chimistes qui en ont fait l'histoire, et découvert la nature; comme enfin celui de ses états le plus constant dans les essais auxquels il a été soumis, et celui qui a été traité par le plus grand nombre d'expériences est le carbonate de titane obtenu par la fusion d'oxide de titane natif avec six parties de carbonate de potasse, fusion pendant laquelle l'oxide absorbe de l'oxigène et de l'acide carbonique, qui modifient ses propriétés : dans chacun des numéros suivans, en parlant de l'action comme de chaque corps, j'indiquerai constamment cette action sur le métal, sur son oxide natif, et sur le carbonate artificiel. C'est le seul moyen de donner une notice précise et méthodique de ce qui est connu sur cette substance nouvelle déja devenue si intéressante.

E. *Traitement par le feu et l'air.*

7. Le titane ne fond point au plus grand feu connu; il se recouvre des couleurs de l'iris à l'air, et s'oxide assez aisément; mais on n'a déterminé, ni son augmentation de poids, ni les degrés de son oxidation.

8. L'oxide de titane rouge chauffé dans un creuset passe au brun et perd son éclat. Au chalumeau, il perd sa transparence, devient d'un gris laiteux. Sur un charbon il devient encore plus opaque et d'un gris d'ardoise.

9. Le carbonate de titane artificiel, traité seul dans un creuset, perd 0,25 de son poids, devient jaune par la chaleur,

et reprend sa couleur blanche en refroidissant. Ainsi chauffé il n'est plus dissoluble dans les acides, et ne fait plus effervescence avec eux; il s'en dégage de l'acide carbonique et un peu d'oxigène en gaz : chauffé seul au chalumeau sur un charbon, il devient d'un beau jaune citron qui se dissipe par le refroidissement; il passe au noir par la surface qui touche au charbon. Ces changemens de couleur sont dus à la perte de différentes proportions d'oxigène.

F. *Traitement par les corps combustibles.*

10. On n'a point essayé encore de combiner le titane avec les corps combustibles.

11. L'oxide rouge natif, traité avec le carbone à un grand feu, comme on l'a vu, se réduit en grains agglutinés noirâtres, recouverts d'une pellicule métallique rouge et très-brillante.

12. On n'a encore essayé le carbonate de titane que par le carbone mêlé avec des sels fondans, et l'on a obtenu, en chauffant très-fortement ces mélanges, une masse métallique réduite sans fusion au moins complète, dont la surface était rouge et brillante, et dont les cavités intérieures étoient souvent tapissées de cristaux prismatiques, semblables à de l'oxide de manganèse. Quand le creuset se brise dans ces expériences, la matière répandue au dehors s'applique aux surfaces en une lame métallique du plus beau rouge pourpre, semblable à une feuille de clinquant : ce qui annonce une espèce de fusion du titane réduit assez manifeste, quoiqu'on n'ait jamais pu encore jusqu'ici l'obtenir en culot rassemblé, faute d'avoir des vaisseaux qui supportent, sans se fondre eux-mêmes, une chaleur au-dessus de 166 degrés du thermomètre de Weedgwood.

13. On n'a point traité encore le titane, son oxide natif ni son carbonate artificiel par l'hidrogène, le phosphore, le soufre, ni aucune substance métallique.

G. *Traitement par l'eau et par les oxides.*

14. On n'a point essayé l'action du titane sur l'eau et sur les oxides métalliques; en sorte qu'on ne peut rien dire de son rang d'attraction pour l'oxigène. Il n'y avait nul intérêt à examiner celle du carbonate de titane artificiel sur ces corps : on savait qu'il n'était pas soluble dans l'eau, puisqu'on l'avait séparé du carbonate alcalin, qui l'avait formé par ce liquide, et il était plus naturel d'essayer l'oxide natif avec les oxides métalliques, dans l'intention, en y ajoutant des matières réductives, d'obtenir par leur réduction commune des alliages métalliques.

15. Le mémoire des citoyens Vauquelin et Hecht contient plusieurs expériences sur cet essai de l'oxide natif de titane par divers oxides métalliques avec du charbon, de l'huile ou du flux noir, et exposés à un feu violent. Celui de plomb, au quart du premier, s'est trouvé disséminé en grenailles dans une masse brune noirâtre non fondue; celui d'arsenic, six parties contre une d'oxide de titane, a donné un verre noir, compact et bien fondu, sans apparence de matière métallique; celui de cuivre, à parties égales, n'a fourni qu'une scorie grise verdâtre, sous laquelle s'est trouvé un petit culot de cuivre pur; celui d'argent, aussi à parties égales, une scorie boursouflée, verte foncée, parsemée de petits grains d'argent, et recouvrant un bouton de ce métal pur et très-ductile. L'oxide de fer, avec parties égales et moitié d'oxide natif de titane, a donné dans plusieurs essais successifs, à l'aide d'un flux très-actif, des indices d'alliage entre les deux métaux. Cet alliage bien réduit, mais non fondu en culot, avait une couleur grise mêlée, à sa surface et dans son intérieur, de parties métalliques brillantes, d'une couleur jaune d'or. On voit donc que le titane ne s'unit que très-difficilement, ou même ne s'unit point au plomb, à l'arsenic, au cuivre, à l'argent, mais qu'il paraît susceptible de s'unir au fer.

H. *Traitement par les acides.*

16. Les expériences par les acides ont été beaucoup plus multipliées, et présentent des résultats beaucoup plus intéressans que la plupart des autres genres de traitement du titane. M. Klaproth a bien décrit les effets nuls de ces dissolvans sur l'oxide rouge natif de titane, et leur action sur le carbonate de ce métal. Les citoyens Vauquelin et Hecht ont fait connaître avec plus de soin et de détail encore ceux qu'ils exercent sur le titane métallique et sur son carbonate artificiel. Comme c'est dans ces divers effets que consistent les caractères les plus remarquables de ce nouveau métal, je les donnerai ici avec tout le développement convenable, pour les faire connaître avec exactitude.

17. Le titane (numéros 3 et 5), traité avec l'acide sulfurique concentré et bouillant, a donné du gaz acide sulfureux, et s'est changé en un oxide blanc, dont une partie est restée dissoute dans cet acide. Cette dissolution a présenté tous les caractères de celle du carbonate de titane dans le même acide dont il sera bientôt parlé : ainsi il n'y a pas de doute, comme le remarquent les citoyens Vauquelin et Hecht, que la matière métallique rouge obtenue par la réduction de l'oxide natif ne soit le métal titane.

18. L'acide nitrique, bouilli long-temps sur ce métal, n'a pas présenté d'effet très-marqué; cependant les points brillans de ce métal se sont changés en une matière blanche, ce qui annonce qu'ils se sont oxidés à leur surface.

19. L'acide muriatique étendu d'eau a donné beaucoup de gaz hidrogène avec le titane en scories bleues (il faut observer ici qu'on avoit obtenu trop peu de titane rouge, qui n'était qu'en enduit superficiel, pour le soumettre dans cet état à l'action de tous les acides); il s'est formé une quantité considérable de flocons blancs qui nageaient dans la liqueur.

L'acide nitro-muriatique l'a converti promptement en poudre blanche qui s'est dispersée et étendue dans le liquide, et la surface du métal s'est aussi couverte d'abord d'une pareille pellicule blanche. On verra bientôt que cette suspension du titane oxidé ici par la décomposition de l'eau, dans l'acide muriatique, est semblable à ce qui se passe entre le carbonate de ce métal et le même acide.

20. M. Klaproth a traité l'oxide rouge natif de titane de Hongrie par les acides sulfurique, nitrique, muriatique et nitro-muriatique, digérés à chaud pendant un temps assez considérable sur cet oxide en poudre. Il n'en a obtenu aucune action sensible, et l'oxide est resté sans altération. Les cit. Vauquelin et Hecht, en traitant de même l'oxide de titane rouge de Saint-Yriez, ont observé que l'acide sulfurique, concentré et bouillant, n'en a détaché que quelques traces à peine sensibles de fer sans l'altérer; qu'il en a été de même avec l'acide nitrique, et que le muriatique n'a fait qu'en modifier la couleur, qui est devenue un peu grise.

21. Il n'en a pas été de même du carbonate de titane obtenu par la fusion de son oxide natif avec le carbonate de potasse, dans les expériences de M. Klaproth, comme dans celles plus multipliées et plus détaillées encore des citoyens Vauquelin et Hecht. Tous les acides agissent d'une manière singulière sur ce carbonate, et il est évident que cela est dû, comme l'ont fait remarquer ces derniers chimistes, à l'absorption de l'oxigène et de l'acide carbonique, occasionnée par la fusion avec le carbonate de potasse. Il est vrai qu'il est singulier de voir un oxide natif non saturé d'oxigène, qui n'en prend point par l'action de l'acide nitrique, et qui s'en charge en le fondant avec le carbonate de potasse. On serait tenté de croire avec M. Klaproth, que dans cette fusion il a perdu plutôt une portion de l'oxigène qu'il contenait naturellement, et qui rendait son oxide natif indissoluble dans les acides, si les expériences des citoyens Vauquelin et Hecht ne les avaient

forcés de tirer une conclusion contraire des faits qu'ils ont observés avec beaucoup de soin.

22. M. Klaproth dit que le carbonate de titane, qu'il nomme *terre blanche* de ce métal obtenu par l'action du carbonate de potasse sur le schorl rouge, se dissout entièrement par la chaleur dans l'acide sulfurique étendu d'eau, et que cette dissolution claire, mise en évaporation, se convertit en une matière blanche et gélatineuse et opaque. Dans les expériences des citoyens Vauquelin et Hecht, le carbonate de titane, qu'on a fait bouillir avec de l'acide sulfurique à 40 degrés, a produit une effervescence, et a donné à la liqueur l'apparence laiteuse; il s'est formé beaucoup de flocons blancs, légers, semblables à du lait caillé; une chaleur plus forte en a produit la dissolution, et a donné une liqueur transparente; cette dissolution n'a point fourni de cristaux.

23. Suivant M. Klaproth, l'acide nitrique forme avec le carbonate de titane une dissolution transparente qui devient huileuse à l'air, et donne des cristaux transparens en rhombes alongés, comme tronqués dans deux points opposés, de manière à représenter des tables hexagones. Les citoyens Vauquelin et Hecht ont vu quelque chose de plus et de différent sur cette opération. Le carbonate de titane, suivant eux, fait une vive efflorescence avec l'acide nitrique concentré : quand on chauffe le mélange il se dégage du gaz nitreux; la liqueur reste toujours laiteuse; le sucre ajouté au mélange fait précipiter de l'oxide plus blanc que n'était le carbonate. Si l'on emploie de l'acide nitrique affaibli, l'oxide de titane est dissous, mais la dissolution se trouble par la chaleur. Ainsi le calorique s'oppose à la combinaison de cet oxide avec l'acide nitrique, en oxidant davantage le métal et en le rendant ainsi indissoluble dans cet acide.

24. Dans les recherches de M. Klaproth, le carbonate de titane s'est dissous dans l'acide muriatique; et cette dissolution a formé une gelée jaunâtre et transparente, dans laquelle il trouva

beaucoup de cristaux transparens cubiques. Les expériences des citoyens Vauquelin et Hecht présentent beaucoup plus de détails sur cette singulière combinaison. Le carbonate de titane s'est dissous avec effervescence dans l'acide muriatique concentré, et a pris une couleur jaune foncée en se dissolvant sans le concours de la chaleur ; la dissolution était jaune; quoique saturée elle étoit toujours acide ; chauffée, elle s'est réduite en un magma floconneux qui n'a été redissous ni par l'eau ni par de nouvel acide muriatique. Une autre dissolution pareille non chauffée est restée transparente ; à 60 degrés de chaleur, elle s'est prise ensuite en une gelée jaune transparente, d'une saveur acide très-styptique ; par le refroidissement de cette gelée, elle a déposé beaucoup de petits cristaux qui se sont effleuris à l'air. En faisant bouillir cette dissolution il s'est dégagé de l'acide muriatique oxigéné ; l'oxide précipité par la chaleur ne s'est plus redissous dans l'acide muriatique : et les chimistes cités ont prouvé que cela était dû à une désoxidation, puisque bouilli long-temps avec de l'acide nitrique il y est redevenu dissoluble à froid. Ainsi il se passe ici le contraire de ce qui a lieu dans la dissolution nitrique ; l'oxide de titane a besoin d'être fortement oxidé pour s'unir à l'acide muriatique ; et dans cet état il ne s'y dissout qu'à froid, parce qu'à chaud l'acide lui enlève une portion de son oxigène qui le rend indissoluble. L'oxide de titane trop oxigéné ne peut pas se dissoudre dans l'acide nitrique ; et quand on chauffe fortement cette dernière dissolution, le titane, en décomposant l'acide nitrique et en lui enlevant de l'oxigène, puisqu'il en dégage du gaz nitreux, se sépare de cet acide, et rend la dissolution blanche comme du lait. Ainsi surchargé d'oxigène il se dissout à froid dans l'acide muriatique et il se désoxide à chaud. L'oxide de titane, séparé de l'acide muriatique par l'action du chalumeau, prend une belle couleur jaune de citron.

25. Les dissolutions d'oxide de titane, faites dans les acides, sont précipitées par le carbonate de potasse et par l'ammo-

niaque en flocons blancs, par le prussiate de potasse en vert de pré mêlé de brun, par la noix de galle en brun rougeâtre comme du sang, par l'acide arsenique et l'acide phosphorique en une poudre blanche. Le muriate de titane où l'on plonge de l'étain, devient d'abord rose pâle, ensuite rouge de rubis; le zinc change sa couleur jaune en violet, qui passe à l'indigo. La chaleur détruit ces belles nuances. Cette dissolution muriatique de titane n'est pas troublée par l'eau chargée d'hidrogène sulfuré; le sulfure d'ammoniaque la colore en vert sale et y forme un précipité d'un vert bleuâtre; le carbonate de titane blanc, ou l'oxide blanc séparé des acides se colore également en bleu verdâtre, lorsqu'on y jette du sulfure d'ammoniaque. Tous ces faits curieux par la beauté du spectacle et la variété des phénomènes ont été découverts par M. Klaproth et vérifiés par les citoyens Vauquelin et Hecht. Ils y ont ajouté le fait suivant : c'est que le précipité vert clair, formé dans le muriate de titane par le prussiate de potasse, passe par les nuances brillantes de purpurin, de bleu et de blanc où il s'arrête, quand on le décompose au milieu même de la liqueur où l'on vient de l'obtenir par l'addition des alcalis.

H. *Traitement par les bases alcalines et par les sels.*

26. On ne connaît pas l'action des alcalis et des sels sur le titane; il paraît qu'il sera susceptible d'être oxidé par les nitrates et les muriates suroxigénés.

27. L'oxide rouge natif de titane, chauffé avec quatre parties de potasse pure, se fond et se divise en prenant une couleur blanche; la division que l'alcali lui donne le rend dissoluble dans les acides, tandis qu'il ne l'est pas dans son état de densité naturelle.

28. Chauffé au chalumeau avec le phosphate de soude et d'ammoniaque, cet oxide natif se fond en bouillonnant, et fournit un globule noir en masse, mais dont les fragmens sont

violets. Avec le borax il donne un vert jaune foncé tirant sur le brun. On obtient des nuances pareilles, mais plus pures, plus nettes et plus transparentes avec le carbonate de titane traité par les mêmes sels ; ce qui paraît dépendre de ce qu'il est alors privé du peu de fer qu'il contient dans son état naturel.

29. On a déja dit plus haut que chauffé dans un creuset avec six parties de carbonate de potasse, l'oxide rouge natif de titane se fond, devient verdâtre, et qu'en délayant cette masse dans l'eau, celle-ci dissout l'alcali caustique, et laisse du carbonate de titane infiniment plus divisé qu'il n'était dans son état naturel. Ce résultat prouve qu'à chaud, l'oxide de titane a plus d'attraction pour l'acide carbonique que n'en a la potasse, à laquelle il l'enlève : et comme 100 parties pèsent 157 après cette opération, tandis que le carbonate de titane ne perd que 0,25 d'acide carbonique par la calcination, il est évident que l'oxide de titane, outre l'acide carbonique, a de plus absorbé à peu près 0,11 d'oxigène pendant son traitement par le carbonate alcalin. C'est cette expérience exacte qui a fait penser aux citoyens Vauquelin et Hecht, contre l'opinion de M. Klaproth, que, par l'effet de sa fusion alcaline, l'oxide natif de titane se brûlait plus qu'il n'était, qu'il devenait ainsi dissoluble dans l'acide muriatique. Il faut ajouter cependant que son état de division contribue aussi à le rendre dissoluble, puisqu'en le chauffant et en ne lui enlevant ainsi que de l'acide carbonique, le seul rapprochement de ses molécules suffit pour lui ôter ensuite sa dissolubilité.

K. *Usages.*

30. Il est peu présumable que le titane puisse devenir utile sous sa forme métallique, tant qu'on ne trouvera pas de moyen de le réduire complétement et de le fondre ; et ce dernier point paraît fort difficile à obtenir, puisque ce métal s'annonce

comme aussi difficile et peut-être plus difficile à fondre que le platine. Mais dans son état d'oxide, sur-tout purifié et atténué par sa fusion avec les alcalis, il pourra être employé avec beaucoup d'avantage pour colorer les émaux, les faïences et les porcelaines. Déja il sert à faire un beau jaune de paille sur la porcelaine de Berlin : et si à Sèvres on a renoncé à l'employer pour les bruns, dont on n'est jamais sûr d'obtenir une teinte uniforme, c'est qu'on n'a pris sans doute que l'oxide natif, dans lequel un peu de fer peut faire varier la vitrification et la nuance; mais purifié et plus oxidé, on peut en composer une brillante couleur jaune, comme à Berlin. D'ailleurs en variant son état d'oxidation, et en l'associant à d'autres oxides, on peut espérer d'en obtenir des violets, des orangés, des bruns et des verts, de beaucoup de teintes diverses.

ARTICLE VII.

De l'urane.

A. *Histoire.*

1. Au mois d'octobre 1789, une lettre de M. Crell, insérée dans le Journal de physique, apprit aux chimistes français que M. Klaproth, de Berlin, venait de découvrir, dans la *pech-blende* et le *glimmer* vert de Saxe, un nouveau *demi-métal*, qu'il avait nommé uranite. Elle annonçait que ce métal était plus difficile à réduire que le manganèse, que sa couleur externe était grise, et qu'à l'intérieur il tirait sur le brun clair; que sa pesanteur spécifique était de 6,440, son éclat peu considérable, sa dureté médiocre; qu'on pouvait le racler et le limer; que son oxide donnait, à l'aide d'un fondant, une couleur orangée foncée à la porcelaine.

2. En avril 1790, la Dissertation de M. Klaproth sur ce nouveau métal fut insérée toute entière dans le même journal. Voici l'ordre que l'auteur a donné à son travail ; il est divisé en dix-neuf paragraphes. Le premier expose les opinions des auteurs sur la *pech-blende* de Georges Wagsfort à Johan-Georgenstadt. M. Werner la rangeait dans les mines de fer ; il la soupçonna ensuite une combinaison d'acide tunstique avec ce métal.

Dans le second paragraphe, la mine du nouveau métal est décrite avec soin, et distinguée en deux variétés : la première, d'un gris d'acier pesant 7,500, mêlée de particules de sulfure de plomb ; la seconde, plus noire, plus brillante, moins dure, accompagnée d'une terre jaunâtre, mêlée de lames carrées vertes de *glimmer* ou *mica vert*.

Dans le troisième, il examine la pech-blende au chalumeau seul et avec des fondans salins.

Dans le quatrième, il la traite à la cornue et au grillage ; il en tire de l'acide sulfureux et du soufre ; il observe que, quand un vaisseau est ouvert, elle augmente de poids après avoir perdu son soufre.

Dans le cinquième, il l'examine par l'acide sulfurique et par l'acide nitrique qui la dissout mieux et en sépare le soufre.

Dans le sixième, il la traite par l'acide muriatique et par le nitro-muriatique, qui en sépare du soufre, y montre du plomb, et donne des cristaux du sel formé par le nouveau métal.

Dans le septième, il décrit quelques propriétés de ses dissolutions nitrique et nitro-muriatique.

Dans le huitième, il parle de ses précipitations par le prussiate, et celles par les alcalis, qui sont constamment jaunes.

Dans le neuvième, il énonce celles que forment les carbonates.

Dans le dixième, il fait connoître la dissolubilité de l'oxide du nouveau métal précipité de ses dissolutions par les acides ; elle est plus grande que celle de la mine.

Dans le onzième, on voit que la pech-blende est indissoluble dans les alcalis.

Dans le douzième, l'oxide par précipitation est examiné au chalumeau et par les fondans; l'auteur y parle d'essais infructueux pour sa réduction à l'aide des flux.

Dans le treizième et le quatorzième, il donne les procédés successifs par lesquels il a le mieux réussi à cette réduction.

Dans le quinzième, renonçant à pouvoir connaître les propriétés du nouveau métal à l'état métallique, il recherche la couleur que son oxide peut donner aux verres et à la porcelaine.

Dans le seizième, concluant de toutes les expériences précédemment décrites, que la pech-blende contient un nouveau métal, il le nomme *uranium*, en prenant, d'après les anciens philosophes, le nom de la nouvelle planète découverte par Herschel, *uranus*.

Dans le dix-septième, il parle d'un oxide métallique d'uranite natif et pur qui se trouve à la mine de Georges Wagsfort, et qui est la terre jaunâtre dont il a fait mention au second paragraphe.

Dans le dix-huitième et le dix-neuvième, il rapporte aux mines d'urane le *glimmer* ou *mica vert* qui se trouve au lieu déja cité et à Eibenstock, que Bergman a pris pour du muriate de cuivre, qui a été appelé *calcholite* par quelques minérologistes, et qui n'est que de l'oxide d'uranite coloré par de l'oxide de cuivre; il y en a qui est sans cuivre et d'une couleur jaune de cire. A la fin de sa dissertation, il conclut qu'il faut placer l'uranite, comme un nouveau genre, entre les métaux cassans d'une fusion difficile. Il en distingue trois espèces, 1°. l'uranite sulfureux, dont deux variétés, l'une d'un gris foncé mêlé de sulfure de plomb; l'autre noire et d'une apparence de charbon de terre; 2°. l'uranite en oxide jaune comme terreux; 3°. l'uranite cristallisé en tables carrées, dont il y a une variété pure et jaune, et une seconde teinte en vert par l'oxide de cuivre.

B. *Propriétés physiques.*

3. J'ai donné cette notice historique avec quelques détails, parce que j'ai voulu faire connaître et les difficultés que M. Klaproth a éprouvées pour réduire son nouveau métal, et l'impossiblilité où l'on est d'en décrire encore les propriétés, en même temps que la nécessité de s'en tenir à examiner celles de son oxide. J'observerai que le nom d'*uranium*, donné par le chimiste de Berlin, et traduit jusqu'ici en français par celui d'uranit ou d'uranite, me paraît, ainsi qu'au citoyen Guyton, beaucoup mieux rendu, et plus adapté à notre langue, par le mot *urane*, dont je me servirai dorénavant.

4. Si l'on rapproche le peu de notions qu'on a sur les propriétés physiques de l'urane, métal dont les mines sont jusqu'à présent très-rares, et qu'aucun chimiste français n'a encore obtenu faute de matière première; on trouve que ce métal n'a pu être retiré qu'en une masse un peu cohérente, formée de petits globules métalliques agglutinés, ainsi que plusieurs des métaux précédens. Sa couleur, d'un gris foncé, est d'un brun pâle en le rayant. Il a peu de brillant, à cause de la porosité de cette masse agglutinée; on le ratisse avec le couteau et on le raie avec la lime. Il est comme intraitable et infusible.

C. *Histoire naturelle.*

5. On distingue aujourd'hui trois espèces de mines d'urane.

A. La première est le *sulfure d'urane;* il est noir plus ou moins foncé, luisant dans sa cassure, quelquefois lamelleux; c'est la pech-blende ou blende de poix de plusieurs minéralogistes; il pèse entre 6,37 et 6,53. M. Klaproth lui donne une pesanteur de 7,50. Le sulfure de zinc, avec lequel on l'a confondu, ne pèse que 4,16. Il contient, à ce qu'il paraît, peu de soufre; on y trouve souvent du fer et du sulfure de plomb.

L'urane y est à l'état métallique. M. Klaproth en a distingué deux variétés.

B. La seconde est l'*oxide d'urane natif.* Il est toujours sous la forme de poussière jaune à la surface du sulfure : il y en a des variétés brunes ou noirâtres à cause de l'oxide de fer qui lui est mêlé ; quelques minéralogistes lui ont donné dans cet état le nom d'*uranochre.* Sa pesanteur spécifique est 3,24. Quand il est d'un jaune pur, égal et clair, on peut l'employer aux expériences chimiques comme un oxide d'urane pur.

C. La troisième mine de ce métal est le *carbonate natif d'urane.* Il y en a deux variétés bien distinctes; l'une, d'un vert pâle, et quelquefois même d'un blanc d'argent, dit M. Klaproth : celui-là ne contient que peu ou point d'oxido de cuivre ; il est très-rare : l'autre est d'un vert foncé très-brillant ; c'est le *mica vert*, le *glimmer*, le *chalcholite* ou *pierre d'airain des auteurs.* On l'a pris tantôt pour du mica, tantôt pour un sulfate de barite, tantôt pour un muriate de cuivre. M. Klaproth ne l'a indiqué que comme un oxide d'urane mêlé d'oxide de cuivre. On y a trouvé depuis de l'acide carbonique. Il est cristallisé en petites lames carrées, à doubles biseaux sur leurs bords, c'est-à-dire, en octaèdres naissans, et non pas tronqués, comme l'ont faussement prononcé tant de minéralogistes. Quelquefois, quoique très-rarement, on en trouve des cristaux en octaèdres complets, M. Klaproth l'indique sous la forme cubique.

On ne connaît point encore d'urane natif, ni en alliage, ni son oxide combiné avec d'autres acides que le carbonique.

D. *Essais et métallurgie.*

6. Il n'y a encore ni essais réguliers des mines d'urane, ni, à plus forte raison, de travaux métallurgiques sur cette substance métallique, qu'on n'a trouvée, il est vrai, qu'en

petite quantité en Saxe. M. Klaproth ayant, jusqu'à un certain point, réussi à en extraire le métal, on peut regarder, et je dois décrire ici son procédé comme une méthode docimastique. L'oxide jaune d'urane, précipité de ses dissolutions par un alcali, ayant été mêlé avec de l'huile de lin pour en faire une pâte, il brûla celle-ci dans un tèt : il resta une poudre noire qui avait perdu un peu plus du quart de son poids ; elle fut mise dans un creuset brasqué et bien fermé, et exposé au feu dans un fourneau de porcelaine, à côté d'un autre creuset contenant, pour terme de comparaison, de l'oxide de manganèse traité de même. Après l'action du feu, celui-ci était bien réduit ; mais l'oxide d'urane était sous la poudre de charbon en une masse cohérente, friable sous le doigt en une poudre noire déja brillante, qui décomposa l'acide nitrique avec effervescence et vapeur rouge : d'où M. Klaproth conclut que l'oxide d'urane s'était réduit, mais sans se fondre, parce qu'il était plus infusible encore que le manganèse. Ce même urane en poudre noire fut placé dans un têt brasqué à essai, recouvert de borax calciné, puis bien fermé. Il exposa ce vase à l'endroit le plus chaud du four de porcelaine : ce fut à ce second traitement qu'il obtint la masse métallique consistant en très-petits globules agglutinés.

7. Quant à la docimasie, les détails suivans, qui appartiendront presque tous à l'oxide plutôt qu'au métal, en exposeront les procédés.

E. *Oxidabilité par l'air.*

8. L'urane rougi au feu et au milieu de l'air, et par la flamme du chalumeau, n'a subi aucun changement : en sorte qu'il paraît être difficilement combustible et oxidable. Dans un essai avec le phosphate de soude et d'ammoniaque, la surface du globule fut teinte en vert d'herbe.

9. L'oxide jaune d'urane ne se fond point ; il devient d'un

gris brunâtre quand on le chauffe long-temps à l'air. On ne sait s'il acquiert ou s'il perd ainsi de l'oxigène.

F. *Traitement par les combustibles.*

10. On a vu que cet oxide se réduit par le charbon à chaud. On n'a point encore tenté d'unir l'urane avec le soufre, quoiqu'il soit très-vraisemblable qu'on formera ainsi artificiellement sa mine. On ne connaît pas non plus sa combinaison avec le phosphore. Il paraît que l'urane s'y unit assez facilement, puisque M. Richter, en traitant l'oxide d'urane par le sang de bœuf au feu de forge, a obtenu un culot analogue au cobalt pour la couleur, très-aigre et très-cassant, qui, comme le pense M. Gren, est manifestement phosphoré, et doit sa grande fusibilité au phosphore qu'il contient.

11. On n'a encore aucune connaissance sur les alliages dont le titane sera susceptible, et l'on ne trouve dans les recherches de M. Klaproth aucune expérience qui y ait rapport.

G. *Action sur l'eau et sur les oxides.*

12. Il en est de même de son action sur l'eau et sur les oxides métalliques; elle n'a point été appréciée, et on ne peut rien dire de ses attractions comparées pour l'oxigène.

H. *Traitement par les acides.*

13. Excepté la décomposition de l'acide nitrique par l'urane en poudre noire brillante que j'ai déja citée à l'article de l'essai, il n'y a nul fait connu encore sur l'action réciproque de ce métal et des acides : mais celle de ces corps brûlés sur l'oxide d'urane a été mieux appréciée ; et c'est même en cela que consistent et la principale partie du travail de M. Klaproth, et les caractères les plus remarquables du métal dont je parle.

14. L'oxide jaune d'urane se dissout facilement dans l'acide sulfurique étendu d'eau, et donne par l'évaporation un sel de couleur citrine, en petits prismes réunis en faisceaux. Ce sulfate d'urane diffère par sa couleur, sa forme, et ses autres propriétés de tous les sels métalliques connus.

15. L'acide nitrique dissout également avec beaucoup de facilité l'oxide d'urane ; la dissolution évaporée lentement donne de gros cristaux en tables hexagones, d'un vert serin, ou d'un vert jaunâtre très-réguliers. Ce nitrate d'urane est un des plus beaux sels métalliques qui soient connus.

16. L'acide muriatique dissout aussi l'oxide d'urane, et fournit, suivant M. Richter, de petits cristaux jaunâtres et déliquescens de muriate d'urane.

17. L'acide fluorique se combine à cet oxide, le dissout, et forme un sel cristallisé inaltérable à l'air.

18. L'acide phosphorique, uni à l'oxide d'urane, forme avec lui des flocons d'un blanc jaunâtre, très-peu dissolubles dans l'eau.

19. On unit l'acide arsenique avec cet oxide en décomposant le nitrate d'urane par les arseniates alcalins. On obtient un précipité d'un jaune blanchâtre.

20. On obtient de même, suivant M. Richter, du molybdate d'urane en poudre, d'un jaune blanc avec des reflets brunâtres, en versant dans du nitrate de ce métal la dissolution de molybdate de potasse.

21. Les dissolutions acides d'oxide d'urane sont précipitées par les sulfures alcalins, en jaune brunâtre, et leur surface se couvre en même temps d'une pellicule grise métallique : l'infusion de la noix de galle, jetée dans une de ces dissolutions, dont l'excès d'acide est absorbé par un alcali, y forme un précipité brun de chocolat. Le zinc, le fer et l'étain qu'on y tient plongés, n'en séparent rien, et n'en modifient pas la couleur, ni à chaud ni à froid. Les alcalis fixes précipitent de ces dissolutions un oxide d'urane d'un jaune citron ou d'un

jaune de coing: l'ammoniaque y donne un précipité plus jaune; les carbonates alcalins en séparent un carbonate d'urane d'un jaune blanc, qui se redissout dans un excès des précipitans.

I. *Traitement par les bases et les sels.*

22. Les alcalis fixes ne dissolvent pas l'urane ni son oxide par la voie humide, même par l'ébullition; l'oxide y prend seulement une couleur brune foncée. Les carbonates alcalins, au contraire, le dissolvent facilement, et les acides précipitent de ces dissolutions un oxide d'une couleur jaune claire.

23. L'oxide d'urane se combine avec les sels fondans, et leur communique différentes couleurs, suivant leur nature, sa proportion et son état. On connaît entre autres les colorations suivantes.

A. Huit parties de silice préparée, quatre parties de potasse et une demi-partie d'oxide d'urane, donnent par la fonte un verre d'un brun clair transparent. La soude, substituée à la potasse dans cette composition, produit un verre d'un gris noir.

B. Une partie d'oxide d'urane, huit parties de silice, et autant de borax calciné, forment un verre semblable à la topaze enfumée.

C. La même proportion entre la silice, l'oxide d'urane et l'acide phosphorique vitreux, donnent un émail vert-pomme, semblable à la prase ou à la chrysoprase.

D. Une demi-partie de cet oxide et huit parties d'acide phosphorique vitreux fondus ensemble, fournissent un verre transparent couleur d'émeraude.

K. *Usages.*

24. L'urane n'a point encore été employé à cause de sa

rareté et du peu de recherches auxquelles on l'a encore soumis. Il est évident, d'après ce qui vient d'être exposé et d'après l'observation de la couleur orangée, que son oxide donne à la porcelaine, qu'il pourra servir, pour la fabrication des verres colorés, des émaux, des faïences et des porcelaines.

ARTICLE VIII.

Du cobalt.

A. *Histoire.*

1. Le cobalt, nommé aussi quelquefois cobolt, inconnu aux anciens, qui faisaient leurs émaux bleus avec certaines préparations de fer, suivant Gmélin, a été, à ce qu'il paraît, employé et connu pour la vitrification en bleu dès la fin du seizième siècle. Preussler en 1571, Jenitz et Harren en 1575, ont élevé, les premiers, des manufactures de verre de cobalt en Bohême et en Saxe. Ce n'est que vers 1732 que Brandt, chimiste suédois, a tiré, avec quelque soin, le cobalt de ses mines, et la fait connaître comme un métal particulier, différent de tous les autres métaux. Lehman, dans sa Cadmiologie, publiée en 1761, en a étudié l'histoire et les propriétés avec beaucoup de profondeur et de détails pour le temps; mais il s'est plus occupé de ses mines et du bleu vitreux que du métal lui-même. Bergman a beaucoup ajouté à ce qu'on savait avant lui; il a mis beaucoup plus d'exactitude que ses prédécesseurs dans l'examen de ce métal; il en a décrit les ressemblances et les différences avec le nickel, le manganèse, le fer, dont le cobalt se rapproche beaucoup; il a fait voir qu'il était très-difficile à purifier. On n'a presque rien fait depuis lui. La plupart des auteurs systématiques en ont peu traité. Macquer, dans son *Dictionnaire de chimie*, n'a

donné en une demi-page que quelques généralités inexactes sur ce métal. En général il a été beaucoup trop négligé dans les ouvrages de chimie. Il y a encore des chimistes qui le regardent comme un alliage. On verra combien leur opinion est peu fondée.

B. *Propriétés physiques.*

2. Le cobalt, extrait et purifié par les procédés qui seront décrits plus bas, est d'une couleur grise tirant sur le rose ou sur le rouge, d'un grain ou tissu grenu très-fin et très-serré. Sa cassure est raboteuse, et on n'y apperçoit aucun indice de lames. Il est facile à réduire en poudre très-fine. Sa poussière est grise et peu brillante. Il a toujours été rangé parmi les demi-métaux, en raison de sa fragilité. Sa pesanteur spécifique est, suivant Bergman, de 7,700, et, suivant le citoyen Guyton, de 7,811. Ce dernier chimiste lui donne le sixième rang, pour sa dureté, entre les métaux. Il le place, par cette propriété, à côté de l'étain, après le zinc et l'or, avant le plomb et l'antimoine. Il n'a ni saveur ni odeur bien déterminées; cependant, quand on le frotte long-temps sur les doigts, il les tache et y laisse une impression sensible au palais et au nez.

3. On n'a point apprécié le rapport de la propriété conductrice, électrique, et de la dilatabilité du cobalt, avec celles des autres métaux. Quelques auteurs ont prétendu qu'il était magnétique par lui-même; mais il est vraisemblable que ce magnétisme est dû à un peu de fer qui reste presque toujours allié au cobalt, et dont il est très-difficile de le priver entièrement.

4. Le cobalt est un des métaux les plus difficiles à fondre. Cependant il n'approche pas de l'infusibilité du titane, de l'urane, du chrome, ni même du platine et du manganèse. Plusieurs auteurs l'ont rangé à côté du fer en raison de cette propriété, et le citoyen Guyton estime en effet sa fusibilité à 130 degrés du pyromètre de Weedgwood, comme celle du fer. M. Kirwan compare sa fusibilité à celle du cuivre; mais elle

est beaucoup moindre. Il rougit bien avant de se fondre. Il coule difficilement, ou il n'a qu'une fusion un peu épaisse dans nos fourneaux. En le laissant refroidir lentement et en décantant la portion liquide du milieu de sa masse déja figée sur les bords, on trouve sa cavité tapissée de cristaux prismatiques ou aiguillés en faisceaux, que la loupe montre placés irrégulièrement les uns sur les autres, comme des prismes de basaltes écroulés. On réussit bien à cette cristallisation en inclinant le creuset où le métal est fondu, au moment où sa surface se fige ; à mesure que la portion liquide s'épanche, celle qui adhère à la partie déja figée offre les prismes entassés.

C. *Histoire naturelle.*

5. On ne connaît encore avec précision que quatre états du cobalt dans la nature, ou quatre mines de ce métal ; car on ne l'a jamais trouvé pur ou natif dans la terre. Dans la première, il est allié avec de l'arsenic, tous deux à l'état métallique ; dans la seconde, le métal est combiné au soufre et à l'arsenic en même temps ; la troisième est un oxide de cobalt, et la quatrième une arseniate du même métal.

6. La première espèce, le *cobalt arsenié*, nommée communément *mine de cobalt arsenical*, est d'un gris ou d'un blanc plus ou moins brillant, quelquefois mêlé de rouge, d'un grain fin et serré, semblable à celui du cobalt, sans lames sensibles dans sa cassure, pesant 772 ; plus blanche et plus brillante lorsqu'elle est cristallisée, que dans ses morceaux informes et imitant alors le beau blanc de l'argent. Ses formes variées sont le cube lisse, l'octaèdre, le cubo-octaèdre ou le cube à huit facettes angulaires. Des fragmens de ce cobalt arsenié, plongés dans la flamme d'une bougie, donnent une vapeur à odeur d'ail : au chalumeau, cette vapeur est plus abondante, et la parcelle chauffée en devient attirable; ce qui semble annoncer que cette mine recèle un peu de fer.

7. La seconde espèce, nommée *cobalt gris* par le citoyen Haüy, parce que sa nature n'est pas bien déterminée encore, mais que plusieurs minéralogistes ont appelée *mine de cobalt arsenico-sulfureuse*, ou *cobalt avec fer et arsenic minéralisé par le soufre*, diffère de la précédente par sa couleur grise d'étain et un peu jaunâtre à l'intérieur, par sa pesanteur moindre, qui va entre 633 et 645, par sa structure très-lamelleuse, par l'absence de vapeur et d'odeur d'ail en la présentant à la flamme d'une bougie, par l'une et l'autre de ses propriétés sensibles au chalumeau, mais moins fortes que dans le cobalt arsenié, et parce qu'elle ne devient point attirable à l'aimant, comme ce dernier, après avoir été chauffée. Cette mine, dont la forme du noyau est le cube, affecte, pour formes secondaires, l'octaèdre, le dodécaèdre à plans pentagones, l'icosaèdre, le solide cubo-dodécaèdre, et le solide cubo-icosaèdre, comme le sulfure de fer qu'on trouve souvent mêlé avec elle. Les cristaux cubo-dodécaèdres, qui se trouvent souvent dans ce cobalt, ont, comme ceux du sulfure de fer, leurs facettes rectangles, chargées de stries longitudinales avec des directions différentes sur ses trois facettes non parallèles entre elles. Cette analogie, si remarquable de forme, peut faire croire que cette mine est du sulfure de fer tenant du cobalt. Le citoyen Haüy observe cependant qu'il existe des variétés de cobalt gris qu'on ne trouve point dans le sulfure de fer, et entr'autres celle qu'il nomme *cobalt gris partiel*, parce que le décaèdre ou l'octaèdre cunéiforme avec deux facettes marginales rectangles sur les arêtes extrêmes qu'elle représente, résulte des lois de décroissement, qui, au lieu de se répéter sur toutes les parties du noyau semblablement situées, n'agissent que par rapport à quelques-unes, et n'ont ainsi qu'une existence partielle. Ce cobalt gris n'a point encore été analysé avec exactitude, quoique ce soit l'espèce de mine la plus employée dans quelques arts, et notamment dans les manufactures de porcelaine.

8. La troisième espèce est l'oxide de *cobalt noir*, nommé

par les minéralogistes *cobalt en efflorescence de couleur noire*, *mine de cobalt vitreuse;* elle est en masses noires friables, semblables à des scories, ou en efflorescence noire, salissant les doigts, souvent mêlée d'oxide de fer. C'est un oxide de cobalt pur.

9. La quatrième espèce est *l'arseniate de cobalt*, nommé par les minéralogistes *fleurs de cobalt*, *cobalt en efflorescence*. Il est de couleur lilas, gris de lin, fleurs de pêcher, lie de vin; tantôt en simple efflorescence, tantôt en rosettes formées d'aiguilles de couleur foncée qu'elles conservent, même après la pulvérisation, quelquefois en petits prismes à quatre pans, terminés par des sommets à deux faces. Il exhale une forte odeur d'ail en le chauffant sur des charbons, et perd alors sa couleur en devenant noirâtre. Souvent il est disséminé en poudre sur des oxides de fer, de cuivre, sur des mines mélangées contenant de l'argent natif, et c'est alors ce que les minéralogistes ont nommé improprement *mine d'argent*, *merde d'oie*, à cause des nuances très-variées que présentent les différens oxides dont ce fossile est mélangé.

10. La plupart des minéralogistes ont bien plus multiplié les mines de cobalt que je ne l'ai fait ici. Ils ont décrit une mine de cobalt sulfureuse ou un sulfure de cobalt pur, découverte en 1742 par Brandt à Bastnaës, près de Riddarhytan en Suède; mais Cronstedt, Wallerius et Romé-Delisle l'ont regardée comme du fer sulfuré, tenant du cobalt, ou du cobalt sulfuré tenant du fer, tandis que Bergman croit que le cobalt et le fer y sont seulement souillés d'acide sulfurique, et admet, d'un autre côté, un cobalt sulfuré, contenant très-peu de soufre. Il y a donc beaucoup d'incertitude sur cette mine, qui n'est d'ailleurs pas connue des minéralogistes français, et qui est décrite fort diversement et souvent d'une manière opposée par différens auteurs. Le baron de Born, en leur faisant ce reproche, indique un oxide de cobalt sulfuré, qui n'est pas non plus reconnu des autres minéralogistes.

11. Le *cobalt tricoté* des minéralogistes n'est pas non plus

une véritable mine de ce métal ; ce n'est que de l'argent en dendrites, altéré par son union avec l'arsenic et le cobalt. On a donné encore mal à propos le nom de *cobalt testacé* à de l'arsenic natif écailleux, et j'ai fait remarquer dans l'histoire de ce dernier métal que cette erreur bien dangereuse étoit souvent commise dans les boutiques des droguistes.

12. Les quatre mines de cobalt, distingnées et décrites ci-dessus, se trouvent à Bastnaës et dans d'autres parties de la Suède, en Hongrie, en Autriche, en Bohême, en France, dans les Pyrénées, dans les Vosges, dans un grand nombre d'autres lieux.

D. *Essais et métallurgie.*

13. Pour faire l'essai d'une mine de cobalt par la voie sèche, et savoir combien de métal elle peut fournir, on la pile, on la lave, on la grille dans un têt découvert en l'agitant sans cesse jusqu'à ce qu'elle ne donne plus de vapeur d'arsenic. On mêle l'oxide de cobalt en poudre noire qui provient de ce grillage, avec trois fois son poids de flux noir et un peu de muriate de soude décrépité ; on fond ce mélange dans un creuset brasqué et couvert au feu de forge ; quand la fonte est complète et que la matière est parfaitement liquide, on agite légèrement le creuset, et on le frappe à petits coups avec une tringle de fer, afin de rassembler en culot et faire bien précipiter les globules métalliques. On trouve souvent, en cassant ensuite le creuset refroidi, deux culots métalliques au-dessous d'une scorie vitreuse bien fondue ; le cobalt occupe le haut, et le bismuth le dessous, parce qu'il est plus lourd : on le sépare aisément d'un coup de marteau. Ces deux métaux se rencontrent dans ces essais, parce que très-souvent les mines de cobalt sont mêlées dans la nature avec celles de bismuth ; mais on ne les a point lorsqu'on choisit avec soin la mine de cobalt et qu'on en sépare exactement celle de bismuth. Il faut observer que le cobalt ainsi obtenu contient presque

toujours de l'arsenic, du nickel et du fer ; on verra par la suite comment on peut le purifier. Cependant, en employant du cobalt gris bien cristallisé, on peut se procurer ce métal, aussi pur qu'il est possible, par le simple procédé de réduction décrit ; on tire de 60 à 0,80 de cobalt de ses mines les plus riches, et 0,25 seulement des plus pauvres.

14. Bergman et M. Kirwan ont donné des méthodes pour la docimasie humide des mines de cobalt. Elles consistent à les traiter par l'acide nitrique, qui oxide et dissout le cobalt et le fer ; on précipite ces oxides par le carbonate de soude, on les lave et on les sépare par l'acide nitrique, qui dissout celui de cobalt sans toucher à celui de fer. Les mines de cobalt qui contiennent de l'oxide de ce métal sont très-attaquables par l'acide muriatique. Celles qui sont difficiles à dissoudre dans les premiers acides indiqués, se dissolvent par l'acide nitro-muriatique. Bergman regardait la plupart des mines de cobalt comme contenant ce métal natif ; et il n'admettait à l'état d'oxide que la mine vitreuse et l'arseniate de cobalt.

15. Scheffer conseille de reconnaître et de déterminer la propriété colorante des mines de cobalt, parce que c'est par cette propriété qu'elles sont utiles aux arts, en les fondant avec trois parties de potasse commune et cinq parties de verre en poudre ; mais ce procédé n'est pas à beaucoup près aussi exact et aussi utile qu'il paraît l'être. Il faut séparer le soufre et l'arsenic par un grillage préliminaire, et oxider le cobalt pour le rendre plus susceptible de se combiner au verre : encore cette méthode n'a-t-elle que peu d'avantages réels, puisqu'il n'y a pas de terme de comparaison exacte entre les diverses matières vitrifiées et colorées en bleu par cet oxide. Ce moyen ne peut donc être qu'approximatif et propre à guider le travail en grand.

16. Ce n'est pas pour en extraire le métal qu'on exploite et qu'on travaille en grand les mines de cobalt. Après avoir pilé et lavé cette mine, quelle qu'elle soit, on la grille dans

un fourneau qui se termine par une longue galerie horizontale, construite en planches, et qui sert de cheminée; pendant le grillage, l'arsenic que contient toujours la mine de cobalt (car on doit remarquer que presque toujours deux ou trois des quatre espèces de mines qui ont été décrites se trouvent ensemble dans les filons ou les masses de minéraux cobaltiques que l'on extrait de la terre), l'arsenic s'oxide et se sublime dans la galerie où il se dépose couche par couche, et d'où on le détache de temps en temps sous le nom d'arsenic blanc. Si la mine est mêlée de bismuth, ce métal se réduit, se fond promptement, et se rassemble au fond du fourneau; le cobalt reste dans l'état d'un oxide noirâtre, pulvérulent, qui, mêlé avec deux ou trois fois son poids de cailloux rougis au feu et broyés, forme l'espèce de poudre grise qu'on vend dans le commerce sous le nom de *safre*. Celui-ci, fondu avec trois fois son poids de flux noir, un peu d'huile ou de suif et de muriate de soude dans un creuset brasqué, sert souvent dans les laboratoires de chimie, à obtenir le cobalt métallique, quand on ne peut pas se procurer sa mine. Il faut, à la vérité, beaucoup de fondant et un feu très-fort pour réduire et rendre bien liquide ce métal, de manière à l'avoir sous forme de culot; souvent encore il est impur, mêlé de fer, d'arsenic et de nickel; du bismuth s'en sépare aussi: de sorte qu'on ne doit avoir recours à cet oxide mélangé que dans le cas où l'on ne peut pas se procurer de mine pure de cobalt. On peut le laver avant de le réduire et de le fondre, afin d'emporter la silice et d'avoir l'oxide seul. On retire ainsi près de la moitié de terre, et l'oxide métallique qui reste après le lavage fournit un quart de son poids de ce métal.

E. *Oxidabilité par l'air.*

17. Le cobalt s'oxide sans qu'il soit nécessaire de le fondre,

en le faisant chauffer et légèrement rougir dans un vaisseau plat, dans une espèce de tèt large ; et en l'agitant dans l'air, sa poussière perd sa couleur rosée et son brillant ; elle devient d'abord d'un gris foncé qui passe peu à peu au noir, ou plutôt à une espèce de bleu si intense qu'il paraît noir. A un feu très-violent, ce dernier oxide se fond en un verre bleu-noir. Le cobalt, fondu avec le contact de l'air, se couvre d'une pellicule terne qui n'est qu'un commencement d'oxidation, et qui donne la même poussière noire, lorsqu'on la fait chauffer en l'agitant long-temps dans l'atmosphère.

18. On n'a point encore déterminé le degré de température où le cobalt fondu peut s'enflammer. Il paraît qu'en s'oxidant il absorbe 0,40 de son poids primitif d'oxigène. Le citoyen Guyton le place au premier rang d'oxidabilité, à côté du manganèse, du fer, du zinc et du nickel. La propriété caractéristique et la plus utile de son oxide, c'est de se fondre en verre bleu, et de colorer de la même teinte, avec une grande énergie, toutes les matières avec lesquelles on le vitrifie ; il est facilement réductible par le charbon, qui lui enlève, à la chaleur rouge, son oxigène ; il ne donne point ce principe par la seule action du calorique et de la lumière.

F. *Union avec les combustibles.*

19. On ne connaît pas de combinaison entre l'azote, l'hidrogène, le carbone et le cobalt, quoiqu'il ne soit pas invraisemblable que ces combinaisons existent.

20. Pelletier a fait connaître l'union du cobalt avec le phosphore. En projetant, sur du cobalt, en petits fragmens rougis dans un creuset, des morceaux de phosphore, le cobalt entre sur-le-champ en fusion ; il absorbe ainsi environ un quinzième de son poids de phosphore, et il présente à sa surface une croûte d'oxide d'un rose violet. On forme le même phosphore de cobalt en faisant fondre dans un

creuset un mélange de parties égales d'acide phosphorique vitreux et de cobalt, mêlés avec un huitième de leur poids de poussière de charbon. A mesure que l'acide passe à l'état de phosphore, il s'unit au cobalt qui se fond; et l'on a un culot de phosphure de cobalt recouvert d'un verre d'un très-beau bleu. Le phosphure de cobalt, préparé par l'un ou l'autre de ces procédés, est exactement le même composé : c'est un corps de couleur métallique éclatante, plus blanche que le cobalt, tirant sur le bleu, fragile, et légèrement aiguillé dans la cassure. Plus fragile que le métal, il perd son brillant à l'air; chauffé et tenu en fusion au chalumeau, le phosphore se dégage du globule métallique et vient brûler à sa surface; il reste à la fin un globule vitreux d'un bleu foncé : ce qui prouve que le cobalt s'oxide promptement par la fusion et la combustion du phosphore dans l'air, à mesure que celui-ci s'en dégage.

21. Le soufre ne s'unit que difficilement au cobalt, en sorte qu'on ne connaît pas l'union de ces deux corps combustibles; mais on peut les combiner à l'aide des alcalis. Ce métal est dissoluble dans les sulfures alcalins par la voie sèche, et il résulte de cette combinaison un sulfure à facettes larges, d'une couleur blanche ou jaunâtre, une sorte de mine artificielle dont le feu ne dégage que très-imparfaitement le soufre, et qu'on ne peut décomposer que par les acides.

22. Le cobalt s'allie à beaucoup de substances métalliques, et il forme des métaux grenus, cassans et aigres; il s'unit à l'arsenic, qu'il retient avec beaucoup d'opiniâtreté et qu'on a beaucoup de peine à en dégager.

G. *Action sur l'eau et sur les oxides.*

23. Il n'y a aucune action du cobalt sur l'eau ni sur les oxides métalliques, et ce métal n'a point assez d'attraction avec l'oxigène pour l'enlever à ces corps.

H. *Action sur les acides.*

24. Les acides attaquent tous, ou le cobalt, ou l'oxide de cobalt. L'acide sulfurique, concentré et bouillant, est décomposé par ce métal; il se dégage du gaz acide sulfureux; il se forme une masse grise, épaisse, tirant sur le rose. En lessivant cette espèce de magma, l'eau dissout du sulfate de cobalt et donne une liqueur gris-de-lin. Celle que les auteurs ont vue verte est due à du nickel que contient quelquefois le cobalt; mais cette couleur ne se montre jamais avec du cobalt bien pur : il en est de même des deux sortes de cristaux obtenus de cette dissolution, dont plusieurs chimistes ont fait mention. Le sulfate de cobalt cristallise en petites aiguilles ou en prismes tétraèdres, rhomboïdaux, terminés par des sommets à deux côtés. Ce sel rougeâtre est décomposable au feu, donne ainsi un oxide de cobalt légèrement gris-de-lin ou noirâtre, s'il a été poussé à une grande chaleur. Il se fond, se boursoufle et bouillonne avec bruit au chalumeau. Les alcalis et les terres alcalines le décomposent et en précipitent un oxide d'un jaune un peu rose ou couleur de chair; cent parties de cobalt fournissent cent quarante parties de ce précipité par les alcalis purs. Lorsque la précipitation est faite par des carbonates alcalins, on obtient cent soixante parties de précipité sur cent parties de carbonate employé. L'oxide de cobalt, sous la forme de *safre*, se dissout facilement dans l'acide sulfurique étendu d'eau, et constitue un sel en tout semblable à celui qui est préparé avec le métal.

25. Le cobalt décompose l'acide nitrique avec effervescence et dégagement de gaz nitreux, sur-tout à l'aide d'une chaleur douce; le métal est oxidé et se dissout à mesure dans l'acide. La dissolution est d'une couleur de chair ou gris-de-lin foncé; quand elle est concentrée, elle tire sur le brun. En l'évaporant avec précaution, elle donne de petits cristaux prismatiques rougeâtres, qui sont déliquescens, qui bouillonent sur les

charbons ardens sans détoner, et qui laissent un oxide rouge foncé après leur décomposition par le feu. Les précipités de ce nitrate de cobalt par les alcalis sont comme ceux du sulfate, excepté qu'ils ont une couleur plus vive et plus brillante : aussi est-ce de ce sel que l'on précipite presque toujours l'oxide de cobalt pour les émaux et pour les porcelaines. Un excès d'alcali redissout cet oxide ; l'ammoniaque sur-tout a cette propriété, tant que le précipité est suspendu dans la liqueur : cependant, lorsqu'il est déposé et condensé, on peut se servir de l'ammoniaque pour dissoudre l'oxide de nickel qui peut y être mêlé et qui l'altère. L'acide nitrique est celui de tous les acides qui dissout le moins facilement le safre ou oxide de cobalt mêlé de silice.

26. L'acide muriatique ne dissout point le cobalt à froid ; à l'aide de la chaleur il en dissout un peu : on n'a point observé le gaz qui se dégage pendant cette dissolution ; ce doit être du gaz hidrogène. Cet acide dissout avec un grande facilité le cobalt oxidé ; plus même son oxidation est forte, et plus il est vivement attaqué. C'est ainsi qu'on enlève au safre, par l'acide muriatique, tout ce qu'il contient d'oxide de cobalt. Cet acide l'enlève aussi à l'acide sulfurique ; il forme une dissolution d'un brun rouge, qui, par l'évaporation, fournit un muriate de cobalt cristallisé en petites aiguilles déliquescentes. Cette dissolution a cela de remarquable, qu'elle devient d'un beau vert lorsqu'on la chauffe ; elle constitue l'encre de *sympathie*, la plus prononcée et la première connue : on l'étend d'abord d'eau jusqu'à ce qu'elle soit sans couleur ; on écrit avec cette liqueur sur du papier blanc ; les caractères que l'on trace disparaissent en sèchant ; mais approché du feu, le papier présente bientôt les lettres tracées en beau vert céladon, qui disparaissent en refroidissant, et conservent encore, si on ne les a pas trop chauffées, la propriété de reprendre la couleur verte par une nouvelle chaleur. Lorsqu'on le chauffe beaucoup, l'écriture devient brune,

ne disparaît plus, et le papier est brûlé. On prépare sur-tout cette encre de sympathie avec l'acide nitro-muriatique et le *safre*. On ne connaît point encore la cause de la coloration du muriate de cobalt par la chaleur. On croyait autrefois que ce n'était qu'un desséchement qui faisait paraître la couleur verte, et qu'elle disparoissait en absorbant l'eau atmosphérique; mais cette opinion est fausse, puisque la dissolution produit l'effet sympathique en renfermant le papier où elle est employée dans une bouteille qui, trempée dans l'eau bouillante, prend la couleur verte et la perd à mesure que l'eau refroidit: il est bien plus naturel de penser que cet effet dépend d'une désoxidation, et de ce que l'oxide reprend en refroidissant la portion d'oxigène qu'il a perdue. Quelques chimistes pensent que le cobalt ne forme d'encre de sympathie qu'autant qu'il contient du fer; mais cette assertion n'est point prouvée.

27. Le cobalt, jeté en poudre dans le gaz acide muriatique oxigéné, s'enflamme et brûle avec des étincelles blanches; il reste ainsi un oxide rose pâle qu'on pourrait employer dans les arts.

28. L'acide phosphorique dissout l'oxide de cobalt et forme une liqueur rougeâtre qui se trouble et se dépose lorsque l'acide est saturé. L'acide fluorique qui le dissout aussi donne des cristaux par une évaporation bien ménagée. L'acide boracique n'a pas d'action sur le cobalt; mais on le combine avec son oxide en mêlant une dissolution de nitrate de cobalt avec une dissolution de borax. Il existe un carbonate de cobalt qui se forme en précipitant les sels cobaltiques avec des carbonates alcalins. On a vu que cent parties de ce métal, qui ne donnent que cent quarante de précipité par les alcalis seuls, en donnent cent soixante parties par le carbonate de soude.

29. Les acides métalliques se combinent avec l'oxide de cobalt. On ne connaît encore ni le tunstate, ni le molybdate, ni le chromate de cobalt; mais on prépare aisément et l'on connaît bien l'arseniate de cobalt. Il se forme en unissant

le nitrate de cobalt avec l'arseniate de potasse et de soude. C'est de tous les sels cobaltiques le plus coloré, le plus foncé dans sa couleur rose, le plus brillant ; il imite très-bien la mine qui a été décrite dans la quatrième espèce.

I. *Action sur les bases et les sels.*

30. Les alcalis et les terres alcalines n'ont aucune action sur le cobalt ; ils dissolvent plus ou moins facilement et complétement ses oxides suspendus et délayés dans l'eau ; ils servent ou au moins peuvent servir à séparer ces oxides de plusieurs matières, et même d'autres oxides qui ne sont pas dissolubles comme ceux de cobalt, ou qui le sont plus qu'eux dans les substances alcalines.

31. Les terres, et spécialement la silice, se fondent avec l'oxide de cobalt et les alcalis fixes en formant un verre bleu d'une intensité si grande, qu'il faut n'employer que très-peu d'oxide pour avoir de la transparence et du bleu : sans cela le verre est opaque et paraît noir.

32. Il n'y a point d'action entre le cobalt et les sulfates. Les nitrates les brûlent et l'oxident à une haute température sans détonation et sans flamme sensible, et l'on se sert souvent de cette action pour préparer l'oxide de cobalt employé dans les émaux, les faïences et sur-tout les porcelaines ; on peut même traiter ainsi la mine grise de ce métal, bien laver le résidu de la détonation, en enlever tous les sels, tenir long-temps suspendu dans l'eau l'oxide rosé ou couleur de chair qu'on en obtient, jusqu'à ce qu'il soit d'une grande finesse, d'une grande pureté, et d'une couleur gris-de-lin bien homogène. On obtiendrait le même effet du muriate suroxigéné de potasse, qui détone par le choc, lorsqu'on l'a mêlé avec un tiers de son poids de cobalt en poudre.

K. *Usages.*

33. Le cobalt n'est point d'usage sous sa forme métallique ;

on ne l'emploie que pour faire des verres ou des émaux bleus. Le safre sert aux émaux grossiers, aux poteries communes et à la faïence : on le mêle avec des fondans vitreux. Dans les manufactures de porcelaine, on prend beaucoup de soin pour avoir des oxides de cobalt purs et très-atténués. On choisit sa mine grise bien cristallisée ; on la grille et on la traite par l'acide nitrique ou l'acide muriatique, ou bien on la brûle par le nitrate de potasse; on la lave avec précaution et à grande eau : on obtient ainsi cet oxide en poudre gris-de-lin très-fine et très-homogène, qui donne le bleu le plus pur et le plus beau à l'aide d'un fondant vitreux. Telle est la magnifique couverte bleue de Sèvres.

34. On prépare, dans les manufactures situées près des mines de cobalt, un bleu vitreux, en poudre fine, qu'on nomme dans le commerce et dans les arts *azur*. On fond le safre, mêlé de silice, avec de l'alcali, de manière à en avoir un verre d'un beau bleu pur foncé, qu'on nomme *smalt*. On réduit ce smalt en poudre dans des moulins, et l'on délaye cette poudre dans de grands baquets pleins d'eau. La première portion qui se dépose est la poudre grossière la plus lourde, on la nomme *azur grossier*. On retire ainsi successivement quatre azurs de différentes ténuités; le dernier, le plus fin de tous, est nommé *azur des quatre feux*. On s'en sert particulièrement à la préparation de l'empois bleu.

35. Il faut remarquer, en terminant son histoire, que le cobalt se rapproche de plusieurs des métaux précédens, et spécialement du tungstène et du molybdène, par sa propriété colorante bleue; cependant le bleu donné par les autres n'est que passager et n'a pas lieu par la fusion, tandis que dans celui-ci il est constant et toujours le produit de la vitrification. Ces analogies et la difficulté extrême de purifier le cobalt ont fait penser à plusieurs chimistes que ce métal n'est qu'un alliage; mais il est certain, comme le dit Bergman, l'un des hommes qui ont porté le plus de philosophie dans la

science chimique, que ces opinions sur le prétendu alliage du cobalt seront de véritables erreurs, tant qu'il n'y aura point d'expériences positives qui prouvent qu'on sépare le cobalt en plusieurs métaux différens dans des proportions connues, et qu'en alliant ces métaux dans les mêmes rapports on fabrique de véritable cobalt. Comme de pareilles preuves n'existent pas, les idées des auteurs, à cet égard, sont des hypothèses inadmissibles, et l'on doit, jusqu'à ce qu'on ait acquis ces preuves, regarder le cobalt comme un métal particulier, jouissant de caractères et de propriétés très-distinctives, qu'on ne rencontre ni dans aucun autre métal, ni dans aucun alliage quelconque.

ARTICLE IX.

Du nickel.

A. *Histoire.*

1. C'est Hierne qui, dans un ouvrage sur l'art de découvrir les métaux, publié en 1694, a parlé, pour la première fois, de la mine particulière qui contient le nickel, et qu'on a nommée *kupfernickel*, comme qui dirait faux cuivre. Henckel l'a regardé comme une espèce de cobalt ou d'arsenic mêlé de cuivre. Cramer l'a rapporté de même aux mines cuivreuses et arsenicales, quoiqu'il n'ait pas pu en retirer de cuivre; ce qui est aussi avoué par Henckel.

2. L'opinion qui rangeait le kupfernickel dans les mines de cuivre, fut généralement adoptée jusqu'au milieu du dix-huitième siècle. En 1751 et 1754, Cronstedt, célèbre minéralogiste suédois, le premier qui a conçu l'utile projet de ranger les fossiles d'après leur nature chimique, fit voir, dans

les Mémoires de l'académie de Stockholm, qu'on pouvait retirer de cette mine un métal nouveau tout différent de ceux qui étaient connus, et qu'il nomma nickel. Ce sentiment devint bientôt celui de la plupart des minéralogistes, quoique quelques-uns, et sur-tout les citoyens Monnet et Sage aient continué à soutenir, mais sans expériences décisives, que le nickel était un cobalt allié d'arsenic de fer et de cuivre.

3. Bergman a essayé de faire cesser les disparates de ces opinions diverses par un examen approfondi du nickel; il a donné une dissertation sur ce métal, au mois de juillet 1775, sous forme de thèse soutenue à Upsal par M. Arwidson son élève. Il s'y est occupé spécialement de déterminer si le nickel était véritablement un métal particulier; il y a déployé toutes les ressources de l'art et toute l'habilité d'un grand maître. Le résultat général de ce beau travail est que le nickel, qui ne contient pas un atome de cuivre, est ordinairement allié de cobalt, d'arsenic et de fer, qu'on ne peut en séparer qu'avec la plus grande peine, mais que malgré l'impossibilité de le purifier complétement, il a tant de propriétés différentes de celles de tous ces métaux; et ses propriétés vont tellement en augmentant, à mesure qu'on le purifie, qu'il est impossible de ne pas le regarder comme une espèce bien distincte et déterminée.

B. *Propriétés physiques.*

4. Le nickel, aussi pur qu'il peut l'être, est d'un blanc jaunâtre ou d'un blanc rougeâtre plus ou moins éclatant, d'un tissu grenu. Ce tissu n'est lamelleux que dans le cas où il n'est pas pur. Sa pesanteur spécifique s'approche beaucoup de 9000 suivant Bergman. Le citoyen Guyton ne lui donne que 7807. Bergman dit dans plusieurs endroits qu'il est demi-ductile, et le citoyen Guyton le range même avant le zinc par cette propriété; mais il est évident qu'il y a une erreur, ou au moins une grande incertitude dans cette estimation,

puisque le célèbre chimiste suédois fait beaucoup remarquer que, malgré la plus grande purification, ce métal contient plus d'un tiers de son poids de fer : aussi lui paraît-il impossible de déterminer avec exactitude ses véritables propriétés spécifiques, puisque, dit-il, le fer les dérobe en quelque manière. Il est donc évident que c'est au dernier qu'il faut attribuer et sa demi-ductilité et sa propriété magnétique, sur-tout la polarité que le nickel montre quelquefois. Le citoyen Guyton lui donne le second rang pour la dureté, après le manganèse et le fer, qui occupent le premier rang dans son tableau, et sur la même ligne que le platine; il est très-difficile à fondre, et le même chimiste le place à côté du fer. On n'a point déterminé sa dilatabilité et sa propriété conductrice du calorique. On ne l'a point non plus obtenu encore cristallisé, et on ne lui a reconnu ni odeur ni saveur déterminées, quoiqu'il soit vraisemblable qu'il en a qui lui sont particulières.

C. *Histoire naturelle.*

5. Il existe trois mines de nickel bien distinctes et bien faciles à reconnaître.

PREMIÈRE ESPÈCE : *Sulfure de nickel.*

C'est la plus abondante et la plus facile à distinguer : on l'a nommée kupfernickel, depuis Hierne, qui l'a le premier décrite; il est d'une couleur jaune rougeâtre peu brillante, analogue à celle du cuivre terni, avec lequel l'aspect porte toujours à le confondre. Sa cassure est raboteuse, inégale, et son tissu composé de grains fins et serrés; il perd facilement son brillant à l'air, devient terne, brunâtre, et se couvre à la longue de taches verdâtres; il forme un filon dans la terre. On n'a point encore analysé exactement cette mine; on sait cependant qu'elle contient du soufre, du nickel, de l'arsenic, du colbalt et du fer. Le sulfure de

nickel existe en Suède, en Saxe, en France, etc. Il n'est pas, à beaucoup près, aussi rare que le prétendait Bergman, puisqu'on le trouve en tonneaux chez plusieurs droguistes de Paris.

IIe. Espèce. *Nickel ferré.*

Je donne ce nom à une mine que le baron de Born a décrite dans son catalogue du cabinet de Mademoiselle de Raab, sous la dénomination de nickel allié au fer sans arsenic ni cobalt, et qu'il dit avoir été trouvée à Joachimsthat en Bohême : il a un tissu feuilleté, et est formé de lames rhomboïdales entassées ; sa cassure fraîche est d'un jaune pâle qui noircit par le contact de l'air.

IIIe. Espèce. *Oxide de nickel.*

Il est d'une couleur verte claire et agréable, ou verdâtre. On le trouve communément à la surface du sulfure de nickel, qu'il recouvre quelquefois de toutes parts comme un enduit superficiel ; on ne le connaît ni isolé, ni solide, ni sous une forme régulière. Il est vraisemblable qu'il contient de l'acide carbonique, d'après les propriétés que Cronstedt lui a reconnues. C'est cet oxide qui colore la prase d'après l'analyse que M. Klaproth en a faite. Il est souvent mêlé ou comme interrompu d'une poussière ou d'une efflorescence blanchâtre. M. Kirwan en soupçonne l'existence dans quelques espèces d'ardoises et de pierres de corne, parce que ces pierres colorent l'acide nitrique en beau vert.

Outre ces trois espèces, Bergman annonce qu'il n'est pas rare de trouver le nickel natif, ou avec très-peu de soufre, mais combiné avec le fer, le cobalt et l'arsenic, et qu'il existe aussi minéralisé par l'acide sulfurique. Rinman dit aussi qu'on a trouvé du nickel natif dans la Hesse ; il est lourd, rouge foncé, formant des espèces d'excroissances quand on le chauffe, soluble dans les acides qui prennent une belle

couleur verte. Il faut compter aussi le *speiss*, sorte de produit des fourneaux, parmi les matériaux d'où l'on peut extraire le nickel. On le regarde comme un alliage de cobalt et de bismuth à l'aide du nickel.

D. *Essais, métallurgie.*

7. On réduit la mine de nickel à la manière de Cronstedt, en commençant par la griller pour lui enlever le soufre et l'arsenic : ce qui lui fait perdre le tiers ou la moitié de son poids ; on la trouve ensuite d'autant plus verte qu'elle est plus riche en nickel ; on observe quelquefois pendant le grillage, et lorsqu'on la laisse sans l'agiter, qu'il se forme à sa surface des végétations verdâtres, coralliformes, dures, et sonores quand on les frappe. On mêle la mine grillée avec deux parties de flux noir, on la met dans un creuset, on la couvre de muriate de soude, et on chauffe à la forge de manière à obtenir la fusion. L'appareil refroidi, on trouve sous des scories brunes, noirâtres ou bleues, un culot métallique, faisant depuis le dixième jusqu'à la moitié de la mine crue.

8. Mais le premier métal, malgré le fort grillage supporté par sa mine, est bien loin d'être pur ; c'est encore un alliage de nickel de cobalt, d'arsenic, et sur-tout de fer, qui est attirable à l'aimant. C'est même à la proportion diverse de ces métaux que le nickel doit ses variétés de poids, de grain en mie ou en lames, de couleur, qui tire au rouge ou au jaune. Le métal obtenu par Cronstedt en 1750, étoit bien éloigné d'être pur : il le décrivait à facettes ; et Bergman a eu occasion d'en examiner une portion fondue par ce minéralogiste, qui s'est trouvée dans la collection faite et laissée par Swab à l'académie d'Uspal. Rien n'égale les soins, la patience, la sagacité que Bergman a mises à purifier le nickel ; et rien ne prouve mieux en même temps la difficulté presque insurmontable d'obtenir le nickel isolé, que le résultat qu'a obtenu, par ses nombreux et infatigables essais, cet illustre chimiste sur le

métal extrait par Cronstedt lui-même (1) ; il lui a fait éprouver six grillages et scorifications successives qui ont duré depuis dix jusqu'à quatorze heures chacune ; il le réduisait à chaque fois avec des flux. En le traitant ainsi, il s'en exhalait des vapeurs d'arsenic et une vapeur blanche sans odeur d'ail ; la poudre de charbon, ajoutée dans ses opérations, facilitait le dégagement de l'arsenic : cependant, après les six grillages et réductions graduées, le nickel, fort diminué de poids, sentait encore l'arsenic en le chauffant, et était attirable. Bergman le fit griller une septième fois à un feu violent pendant quatorze heures, en y ajoutant de la poudre de charbon, sans qu'il s'élevât cette fois de partie arsenicale, et sans qu'il perdît de son poids. L'oxide ainsi obtenu avait une couleur jaune rougeâtre, avec peu de traces de couleur verte. Par la réduction, il obtint, sous des scories très-ferrugineuses, un très-petit globule encore attirable à l'aimant.

9. Le traitement par le soufre, qui avoit paru à Bergman avoir une grande attraction pour le nickel, et qu'il avait espéré pouvoir s'emparer de celui-ci en séparant le fer, n'a pas eu cependant un succès plus heureux que le procédé précédent. En fondant le métal obtenu par Cronstedt, avec le soufre et un peu de borax, il eut une masse rouge tirant au jaune, qui, de 800 parties du métal, prit un poids de 1700. Il scorifia la moitié de cette masse jusqu'à faire paraître les végétations que l'oxide de nickel a coutume de donner ; il eut 852 parties de cet oxide, qui, fondu avec l'autre moitié non scorifiée, donna du sulfure de nickel d'un blanc jaunâtre, pesant 1102 ; il y a eu ici près de 600 parties de perdues. Ce sulfure, grillé pendant quatre heures, se couvrit de végétations ; l'addition du

(1) Comme c'est la partie la plus essentielle de son histoire, j'entrerai dans un assez grand détail sur les essais de Bergman, pour faire bien connaître les propriétés qu'il a trouvées dans ce métal en cherchant à le purifier.

charbon en fit dissiper l'arsenic ; il obtint un oxide d'un vert clair, pesant 1038, qui donna par la réduction 594 parties d'un métal très-attirable à l'aimant, demi-ductile et très-réfractaire. Celui-ci, refondu avec le soufre scorifié dans une de ses moitiés et refondu avec l'autre moitié sulfurée, puis grillé pendant quatre heures, puis réduit de nouveau, fournit un métal rouge au dehors, d'un blanc cendré dans l'intérieur, très-fragile, et dont la pesanteur spécifique était de 7,170. Minéralisé une troisième fois, et traité de nouveau comme les deux premières, par un grillage de douze heures avec la poussière de charbon jusqu'à ce qu'il n'y eût plus de trace d'arsenic, il donna un oxide vert cendré, d'où l'on obtint par la réduction au feu de forge le plus violent, un métal si réfractaire qu'on ne pût l'avoir fondu en culot : il était sous une scorie de couleur hyacinthe. Il pesait 8,66. Il était aimant ; sa ductilité était si marquée, qu'il prît trois fois et demie son diamètre d'alongement sous le marteau ; sa couleur était un bleu rougeâtre ; on le trouva dissoluble en vert foncé dans l'acide nitrique, et en bleu dans l'ammoniaque. Ce métal, rougi pendant quatre heures, se couvrit d'une croûte d'oxide de fer, sous laquelle on trouva, en la détachant par le marteau, une poussière verdâtre : 100 parties de cette croûte grillée pendant sept heures avec du charbon, ne donnèrent plus de trace d'arsenic, augmentèrent de cinq parties, et fournirent par la réduction un métal du poids de 72 parties, d'un rouge faible, demi-ductile, attirable en entier par l'aimant, et dont la pesanteur spécifique était de 8,870. Il est évident, par tous ces détails, que Bergman est parvenu à séparer l'arsenic et le cobalt du nickel, mais qu'il n'en a point isolé le fer, auquel on peut attribuer la ductilité du métal. Ainsi le soufre n'a pas été plus utile pour l'affinage du nickel que les autres scorifications avec le charbon et les réductions multipliées, décrites n°. 8.

10. Sachant que les sulfures alcalins dissolvaient mieux le cobalt que le nickel, Bergman, conduit par l'analogie, a

pensé que ces composés pourraient agir de la même manière sur le fer et lui servir conséquemment à en priver le nickel : mais ses espérances ont été trompées. Le nickel de Cronstedt (on sait que je nomme ainsi celui qui est le produit d'une première réduction après le premier grillage de sa mine), déja uni à du soufre, a été fondu avec plus de trente fois son poids de sulfure de potasse ; la masse lavée dans l'eau chaude a donné par l'acide un précipité, qui, grillé jusqu'à la séparation totale du soufre, était en poudre cendrée, pesant plus de moitié du premier métal. La portion non dissoute, où il espérait trouver le nickel, également désoufrée par le grillage, était également cendrée et a donné, par la réduction, un métal fragile, peu attirable, mais qui l'est devenu après avoir été fondu avec du borax. La même expérience, faite avec le sulfure de chaux, a fourni aussi un nickel ferrugineux et très-adhérent au soufre. En faisant fondre, dans un autre essai, du nickel avec du sulfure alcalin, et en y ajoutant, au moment de la fusion, du nitre, seulement assez pour ne détruire qu'une petite portion du sulfure, celui-ci a laissé précipiter le métal au fond du vase : le nickel traité ainsi s'est trouvé privé de cobalt, mais encore chargé de fer ; Bergman observe à cette occasion que, par le même procédé, le nickel est précipité par le cobalt qui a plus d'attraction pour le sulfure que n'en a le premier, et qu'ainsi séparé de sa dissolution dans le sulfure fondu par le fer, le cuivre, l'étain, le plomb ou le cobalt lui-même, le nickel n'est pas attirable à l'aimant ; mais, suivant lui, on se tromperait en le croyant exempt de fer, puisque ce dernier métal qui n'y est que masqué dans ses propriétés par des corps étrangers et sans doute par le soufre, redevient magnétique à mesure qu'on l'en prive par des moyens subséquens.

11. Après l'insuccès des moyens précédens, Bergman a eu recours au nitre, dans l'espérance de scorifier et de séparer les métaux étrangers unis au nickel, qui lui paraissait s'oxi-

der plus difficilement et se désoxider plus facilement qu'eux. Une partie de nickel de Cronstedt, jeté sur douze parties de nitre fondu, donna quelques faibles étincelles ; il s'exhala bientôt de la vapeur arsenicale; les parois du creuset furent enduites d'une croûte bleue cobaltique, et il resta au fond une matière verdâtre. Douze parties de nitre ajoutées à cette matière et fondues pendant une heure avec elle, teignirent encore le creuset en bleu, et la masse du fond devint d'un brun vert, beaucoup moins abondante que la première fois. Une troisième addition de nitre en même quantité laissa une scorie grise qui ne donna point de métal avec le flux noir. Dans une seconde opération semblable, on lava le résidu vert avec de l'eau, on ne put en obtenir de métal avec le flux noir, mais seulement des scories couleur d'hyacinthe, tachées de bleu, qui teignirent l'acide nitrique en vert, se transformèrent en gelée, et laissèrent par l'évaporation un oxide verdâtre. Dans un troisième essai analogue, la poudre verte, lessivée, traitée avec une demi-partie de flux noir, un huitième de chaux et un huitième de borax, donna un métal blanc jaunâtre, attirable, ductile, pesant 9,000. Bergman conclut de ce genre d'essais que le nitre était très-propre à indiquer et séparer les plus petites portions de cobalt contenu dans le nickel, mais qu'il y laissait le fer et ne pouvait pas l'en priver.

12. Comme il est reconnu que le muriate d'ammoniaque est très-propre à enlever le fer, Bergman essaya encore ce nouveau moyen; il distilla une partie d'oxide de nickel, privé de cobalt, assez pour ne plus donner de couleur bleue au borax, avec deux parties de sel ammoniac; il obtint un sublimé cendré et blanc, accompagné d'un peu d'ammoniaque ; le fond de la cornue avait pris la couleur d'hyacinthe foncée ; le résidu était formé de deux couches. La couche supérieure était jaune, écailleuse, brillante comme de l'or mussif, donnant un verre couleur d'hyacinthe avec le borax, sans fournir de métal, attirant l'humidité de l'air, devenant verte et consistante comme

du beurre; lessivée, elle laissa une poussière caractérisée comme un oxide de nickel, et la dissolution aqueuse verte devint bleue par l'ammoniaque, sans donner des indices de fer. La couche inférieure était formée d'un oxide de nickel peu chargé d'acide muriatique, noirâtre, d'un brun ferrugineux vers le fond du vase. Cet oxide colora le borax en un verre couleur d'hyacinthe, et donna par la réduction un métal cassant, d'un blanc rougeâtre, à peine attirable à l'aimant. Le même métal, traité successivement par quatre autres sublimations avec le muriate d'ammoniaque, en réduisant à chaque fois la couche inférieure lessivée, donna, à la fin et dans la dernière réduction, un métal blanc fragile, peu, mais encore attirable à l'aimant. Bergman observe que chaque sublimé était très-blanc et qu'il ne donnait aucune trace de fer par la teinture de noix de galle.

13. Bergman, non découragé par tous les essais infructueux de procédés à voie sèche, s'est ensuite occupé de la séparation des divers métaux qui altèrent le nickel par divers procédés à voie humide. La dissolution nitrique du nickel de Cronstedt l'occupa assez long-temps. En calcinant le nitrate de nickel solide à l'aide de la poussière de charbon, il s'en dégagea beaucoup d'arsenic, et il obtint, par la réduction du résidu, un métal gris, demi-ductile, mais encore attirable à l'aimant; redissous dans l'acide nitrique et réduit successivement quatre fois de suite, il eut un métal toujours magnétique. A la cinquième calcination de ce nitrate de nickel, son oxide fut tellement diminué, qu'il ne lui fût pas possible de le réduire: ce qui prouve que le nickel se volatilise dans son oxidation par l'acide nitrique, sans pouvoir être privé par là de la propriété attirable.

14. Enfin le célèbre professeur suédois essaya, comme dernier moyen, la dissolution de l'oxide de nickel dans l'ammoniaque pour en séparer l'oxide de fer. Après avoir dissous du nickel de Cronstedt dans l'acide nitrique, et avoir précipité son oxide par la potasse, il l'a traité par l'ammoniaque, qui l'a

dissous moins un neuvième de son poids ; ce résidu, d'un noir tirant au vert, a fourni par la réduction un métal écailleux, fragile, d'un blanc net, peu sensible à l'aimant, dont la pesanteur spécifique égalait 9,333 ; lequel facilement fusible, redevenait cependant attirable par cette opération et donna en le dissolvant dans l'acide nitrique, une poudre noirâtre, indissoluble, évaporable avec odeur de soufre sur les charbons. La dissolution ammoniacale bleue, évaporée à siccité, donna près de la moitié moins du résidu qu'elle n'avait enlevé de matière à l'oxide de nickel. Cette poudre fournit, par la réduction, un métal très-peu abondant, blanchâtre, demi-ductile, fortement attirable et pesant spécifiquement 7,000, dont la scorie contenait beaucoup d'oxide de nickel, colorant le borax en hyacinthe et fournissant par sa réduction un métal qui, fondu avec le précédent, devint si réfractaire qu'il fût intraitable. Quoique les expériences avec l'ammoniaque n'aient pas satisfait leur auteur, elles ont cependant fourni des résultats très-singuliers ; telles sont la dissolution constante de l'oxide de fer avec celui de nickel, la couleur bleue de cette dissolution qui, quoique analogue à celle de l'oxide de cuivre, est d'un ton très-différent, et sur-tout la perte de beaucoup d'oxide de nickel dont Bergman ne me semble pas avoir assez tenu compte. Au reste, le récit de ces derniers essais, qui annoncent de la fatigue et de l'embarras dans leur auteur, malgré le zèle et l'ardeur qui l'animaient, conduirait à penser, ainsi que celui de plusieurs des précédens, ou que le nickel ne peut par aucun moyen être purifié de fer, ou que ce métal singulier serait par lui-même attirable, et ressemblerait par cette propriété au fer, tandis que, par beaucoup d'autres propriétés, il semble se rapprocher du cuivre.

15. Après avoir décrit avec détail ces diverses et nombreuses expériences, parce qu'elles constituent presque seules l'histoire chimique exacte du nickel, je dois faire connaître aussi les inductions qu'en tire l'illustre Bergman, dans les paragraphes

XI et XII de sa dissertation. La première, c'est que le soufre adhère le moins au nickel, que l'arsenic y adhère plus fortement, mais qu'on l'en sépare complétement à l'aide du grillage avec le charbon; que le cobalt y reste plus long-temps caché, et qu'on en trouve souvent des traces lorsqu'on ne l'y soupçonnait pas, par le nitre qui le sépare en oxide bleu; que la nuance bleue donnée au borax est due au manganèse, enfin que le fer est de tous les métaux le plus intimement combiné au nickel, puisqu'on ne peut l'en extraire entièrement par aucun moyen connu.

16. Comme par tous les procédés de purification, le nickel montre jusqu'à la fin la présence d'autres matières métalliques, plusieurs chimistes ont pensé que ce métal n'était qu'un alliage naturel d'arsenic, de cobalt, de cuivre et de fer. Bergman discute, d'après ses expériences, la question relative à cet objet. Il fait voir qu'on peut priver complétement le nickel de l'arsenic, qu'il ne contient presque jamais de cuivre, qu'il diffère du cobalt par un grand nombre de propriétés, et que plus on en sépare ce dernier, plus il prend les caractères qui le distinguent. Quant à la présence du fer, il convient qu'il est plus naturel de trouver de grandes analogies au nickel avec ce métal : il fait voir par combien de propriétés ces deux métaux se rapprochent, ainsi que le cobalt et le manganèse; mais il n'en conclut pas moins que le nickel présente trop de propriétés particulières pour le confondre avec le fer, et que tant qu'on n'aura point amené ce dernier à l'état du premier, ni prouvé leur véritable identité, ce serait renverser tous les fondemens de la philosophie naturelle que de s'en rapporter à de vaines lueurs, à de trompeuses analogies.

17. Il prouve encore plus la vérité de cette assertion par le récit d'un assez grand nombre d'expériences d'alliages de fer et de cuivre, de fer de cuivre et d'arsenic, de fer de cuivre et de cobalt, de ces quatre métaux ensemble dans des proportions très-variées, expériences par lesquelles il n'est

jamais parvenu à obtenir un métal semblable au nickel. Si quelques-unes des propriétés de ces alliages lui ont présenté d'abord certaines analogies avec le nickel, il a bientôt reconnu, par un examen plus approfondi, que ce n'était qu'une apparence très-trompeuse, et qu'il n'y avait aucun rapport réel entre l'alliage et le métal qu'il avait voulu imiter.

On ne fait aucuns travaux métallurgiques sur les mines de nickel, et les métallurgistes ne font jusqu'ici aucun cas de cette espèce de minéral.

E. *Oxidabilité par l'air.*

18. Le nickel est très-difficile à oxider par l'action du calorique et de l'air. En le chauffant sous une moufle et en l'agitant sans cesse, il ne prend qu'une couleur sombre. Cependant par une longue exposition à l'air humide et froid, il se couvre d'une efflorescence d'un vert clair, d'une nuance très-particulière et très-distincte. C'est cette efflorescence qu'on trouve à la surface des mines sulfureuses de nickel, et dont la nuance très-remarquable, et très-différente de celle du cuivre, les fait facilement et surement reconnaître. Cet oxide vert colore le borax en hyacinthe, et le phosphate-ammoniaco de soude de la même nuance, qui devient violette par l'action du nitre; beaucoup de cet oxide colore ce sel en rouge de sang pendant la fusion, et il pâlit par le refroidissement.

F. *Union avec les corps combustibles.*

19. Le soufre s'unit très-facilement avec le nickel et forme une mine artificielle qui n'est pas tout à fait semblable à sa mine naturelle ou au kupfernickel. On ne l'en sépare que difficilement, ainsi que des sulfures alcalins, dans lesquels ce métal est dissoluble. Le sulfure de nickel artificiel est dur, jaune, à petites facettes brillantes. Chauffé fortement avec le contact de l'air, il répand des étincelles très-lumineuses et enflammées.

20. Le nickel est susceptible de s'unir au phosphore. Pelletier a fait connaître le phosphure de nickel; il le préparait soit par la réduction de l'acide phosphorique vitreux, à l'aide du charbon, après avoir mêlé ces deux corps avec le nickel, soit en jetant du phosphore sur du nickel rougi dans un creuset. Celui-ci a augmenté d'un cinquième de son poids, et il a laissé séparer une petite portion de phosphore en se refroidissant. Le phosphure de nickel est d'un blanc plus brillant et plus pur que le nickel; il a un tissu aiguillé; en le chauffant au chalumeau, le phosphore brûle à sa surface à mesure que le métal est oxidé. Pelletier a obtenu les mêmes résultats du speiss.

21. Le nickel s'allie à beaucoup de métaux; on a vu qu'il contient toujours de l'arsenic, souvent du cobalt, et constamment du fer. On a vu que, dans ce dernier alliage, le fer, quoique fondu, est ductile; ce qui a été remarqué avec raison, comme une chose extraordinaire, par Bergman. Le nickel arsenié colore le verre en bleu, suivant le citoyen Monnet. Bergman attribue cette propriété au cobalt, que l'arsenic sépare du nickel.

G. *Action sur l'eau et sur les oxides.*

22. Il serait assez naturel de croire que le nickel, si analogue au fer, eût de l'action sur l'eau; mais il n'y a aucune expérience qui le prouve, ou qui puisse même autoriser à le penser.

23. On peut assurer que le nickel n'a aucune action sur les oxides métalliques, puisque la plupart des métaux ont au contraire la propriété de précipiter le nickel de ses dissolutions, comme on le dira bientôt.

H. *Action sur les acides.*

24. Tous les acides ont de l'action sur le nickel ou sur son oxide. Toutes les combinaisons de ce métal sont constamment vertes et d'une nuance claire très-brillante, comme très-remar-

quable, et très-différente des autres verts que donnent certains métaux. C'est une des plus riches et des plus belles couleurs que l'on puisse voir. Les alcalis fixes précipitent toutes ces dissolutions en blanc verdâtre, et communiquent une couleur jaune à l'oxide qu'ils redissolvent.

25. L'acide sulfurique, concentré, et distillé sur le nickel, se décompose ; il se dégage du gaz sulfureux, et il reste une masse grise qui se dissout dans l'eau et lui communique sur-le-champ sa belle couleur verte. En évaporant cette dissolution on obtient des cristaux feuilletés, de la couleur d'une émeraude pâle. J'ai vu des cristaux de sulfate de nickel préparés par les ingénieux procédés du citoyen Leblanc, en beaux prismes carrés, très-gros et très-longs, d'un vert riche et foncé, terminés par des sommets obliquement tronqués. L'acide sulfurique dissout aussi facilement l'oxide de nickel. Bergman dit que ce sel se forme en décaèdres, ou donne des cristaux alumniniformes comprimés, avec des troncatures aux deux sommets opposés.

26. L'acide nitrique oxide et dissout le nickel à l'aide de la chaleur; il opère sans effervescence la dissolution de l'oxide de ce métal ; elle est d'un vert tirant au bleu, et donne des cristaux rhomboïdaux déliquescens, que le feu décompose, et qui laissent, par une forte calcination, un oxide noirâtre, après avoir fourni du gaz oxigène. Exposé à l'air sec et chaud, le nitrate de nickel perd son eau de cristallisation, et même son acide, de manière à laisser un oxide verdâtre dans lequel on trouve souvent un peu de fer et d'arsenic.

27. L'acide muriatique dissout le nickel et son oxide plus lentement que l'acide nitrique : cette dissolution verte et brillante donne des cristaux irréguliers et non déterminés. Le muriate de nickel est décomposable par le feu, et même par l'air, à la longue. On n'a point essayé l'action de l'acide muriatique oxigéné sur ce métal.

28. Les autres acides n'ont qu'une action faible et lente

sur le nickel. L'acide fluorique se charge difficilement de son oxide, et donne des cristaux d'un vert clair. L'acide phosphorique n'a qu'une faible attraction pour cet oxide ; cette dissolution est à peine verdâtre et ne fournit pas de cristaux. L'acide boracique ne s'y unit que par des attractions électives doubles. L'acide carbonique liquide, laissé long-temps en contact avec le nickel, n'a présenté à Bergman aucun signe certain de cette dissolution. L'acide arsenique forme avec l'oxide de nickel une masse saline verte que l'on obtient par les doubles attractions ; il sépare du nickel une poudre saline peu soluble. On ne connaît pas l'action des acides tunstique, molybdique et chromique sur le nickel.

I. *Action sur les bases et les sels.*

29. Les terres arides, la silice, l'alumine n'ont point d'action sur le nickel ; traitées par des fondans alcalins avec son oxide, elles se colorent en hyacinthe ou en rouge orangé ; s'il contient beaucoup d'arsenic ou de cobalt, les verres qu'il teint tournent au bleu ou au violâtre.

30. Les alcalis fixes dissolvent peu abondamment son oxide, avec lequel ils prennent une couleur jaune ; mais cet oxide est très-dissoluble dans l'ammoniaque, qui n'agit point sur le métal. Cette dissolution ammoniacale est d'un bleu foncé, qui n'a point la vivacité et l'éclat de celle de cuivre, dont il sera parlé par la suite ; elle a sa nuance caractéristique, et qu'un chimiste exercé doit reconnaître facilement. Évaporée, elle précipite une poudre brune noirâtre, et passe du bleu au vert. La plupart des métaux en séparent le nickel. Cette grande dissolubilité de l'oxide de nickel dans l'ammoniaque sert quelquefois à sa séparation de celui du cobalt.

31. Le nickel n'agit, parmi les sels, que sur les genres des nitrates, des muriates suroxigénés, des phosphates ou des borates. Les deux premiers le brûlent et le portent à l'état d'oxide ; il se fond avec les deux autres, s'y combine, et les

colore en hyacinthe. On se rappelle que le nitrate de potasse, qui détone faiblement avec le nickel, y fait trouver, par des scories bleues, le cobalt, dont aucun autre moyen ne montre la trace. Le muriate suroxigéné de potasse brûle encore plus vîte et plus complétement ce métal, et pourra servir à le purifier comme à faire l'analyse de ses mines, quand l'usage de ce sel important sera plus connu et plus généralement répandu qu'il ne l'est encore. Ces deux substances salines font reparaître ou augmenter avec beaucoup d'intensité la couleur hyacinthine de l'oxide de nickel dans les verres, qui, à raison de la petite quantité qu'ils en contiennent, et à cause de leur vitrification même, n'en offrent aucune trace, ou n'en montrent qu'une très-légère nuance.

K. *Usages.*

32. Le nickel n'est encore que peu ou point d'usage : il n'est cependant pas douteux qu'il peut servir très-utilement dans les émaux, les verreries, les porcelaines et les faïences. Il est même vraisemblable qu'il entre dans les procédés secrets de quelques-unes de ces manufactures, puisqu'on en trouve souvent de grandes provisions chez les droguistes de Paris, qui ne se le procurent de Saxe que sur les demandes qu'on leur en fait.

33. Quand on aura entrepris de nouvelles recherches sur ce singulier métal, qui demande et appelle toute l'attention des chimistes ; quand on aura trouvé le moyen de le purifier, que je crois beaucoup plus facile à découvrir que ne le pense Bergman, il deviendra très-avantageux, et sans doute très-employé. Jusqu'ici il n'a encore été pour les chimistes qu'une espèce d'alliage. Si, après sa purification, il présente la dernière ductilité dont Bergman a parlé, il faudra le déplacer du rang que je lui donne aujourd'hui dans le système chimique, et le reporter immédiatement à côté du zinc. Je ne

l'y ai pas mis encore, et je l'ai laissé à côté du cobalt, parce qu'avec quelques analogies avec celui-ci, il m'a paru devoir sa ductilité à son alliage avec le fer.

ARTICLE X.

Du manganèse.

A. *Histoire.*

1. Il y a long-temps que l'on emploie dans les verreries l'oxide natif de ce métal, sous le nom de *savon des verriers*, à cause de sa propriété de blanchir le verre; on le connaissait sous le nom de *magnésie noire* ou de manganèse. Son usage multiplié n'avait rien appris sur sa nature intime, et il y avait, avant les premiers travaux exacts dont je vais parler, des opinions erronées autant que diverses parmi les minéralogistes. La plupart des naturalistes regardaient cette substance comme une mine de fer pauvre et réfractaire, sans doute à raison de sa couleur et de l'oxide ferrugineux dont sa surface est souvent recouverte, ou dont ses morceaux sont fréquemment accompagnés dans les mines. Cependant Pott et Cronstedt, les premiers minéralogistes qui ont tiré des analyses chimiques de grandes lumières pour la connaissance et la classification des fossiles, n'ont point reconnu dans leurs expériences la nature ferrugineuse de ce qu'on nommait la manganèse. D'autres minéralogistes avaient placé ce fossile métallique dans les mines de zinc, sans avoir donné de preuve de cette assertion hasardée. Westfeld a publié, en 1767, un traité sur ce minéral, où il a essayé de faire connaître ses parties constituantes, mais par des expériences si peu exactes, que son ouvrage est une série d'erreurs auxquelles, à la vérité, l'époque de son travail a beaucoup contribué.

2. Bergman et Schéele sont les premiers chimistes qui, ayant pris le manganèse pour objet de leurs recherches, ont répandu la plus vive lumière sur sa nature de métal particulier. Le premier en a présenté l'histoire dans sa belle Dissertation sur les mines de fer blanches, en 1774, et il y avait déja plusieurs années qu'il l'avait regardé comme un métal, et comme un métal différent de tous les autres, à cause de sa pesanteur, de sa propriété de teindre le verre, de celle d'être précipité en blanc par les prussiates alcalins, et en raison de l'impossibilité, soit d'en séparer plusieurs métaux différens, soit de l'imiter ou de le produire par des alliages. Schéele, engagé par Bergman, qui pressentait toute l'importance d'un pareil travail, à examiner avec soin l'oxide de manganèse natif, donna, en 1774, à l'académie de Stockholm, après des recherches suivies pendant trois années, un mémoire qu'on doit compter au nombre des chef-d'œuvres de cet habile chimiste, quoiqu'il se soit trompé sur la théorie des phénomènes que ce corps lui a présentés. Son ouvrage contient une suite nombreuse de découvertes qui l'ont conduit à regarder ce fossile comme l'oxide d'un métal particulier très-différent de tous les autres. C'est en travaillant sur cet oxide métallique natif qu'il a découvert ses propriétés, et la nature particulière de la barite.

3. Gahn, élève de Bergman, obtint le premier, au rapport de son maître, le métal particulier contenu dans l'oxide natif de manganèse, et, depuis lui, presque tous les chimistes sont parvenus à l'extraire. M. Champy est un des premiers qui en ait extrait assez abondamment en France, de l'oxide de manganèse de la Romanèche, et qui l'ait obtenu sous la forme de culot bien formé. M. Ilseman a publié, dans le journal de M. Crell, une série d'expériences sur ce métal. MM. Engestroem et Rinman ont donné, dans les Mémoires de l'académie de Stockholm, des détails sur plusieurs mines de manganèse, et ont confirmé tous les résultats de Schéele.

Le citoyen Lapeyrouse a fait connaître un grand nombre de variétés de mines de manganèse, et a spécialement découvert ce métal natif en France.

4. Les chimistes français, depuis l'établissement de la doctrine pneumatique, ont donné un nouveau prix aux expériences de Schéele et de Bergman, soit en les faisant servir à la consolidation de cette doctrine, par les bases de laquelle elles s'expliquent en même temps si naturellement et si simplement, soit en faisant appercevoir entre elles un rapport que leurs auteurs n'avaient point apperçu. Ils ont fait voir qu'aucune substance n'offrait de phénomènes plus favorables que ce nouveau métal aux données de la théorie des fluides élastiques, et ils ont trouvé dans le manganèse, et sur-tout dans son oxide, une source de procédés et d'expériences qui suffiraient seuls pour poser tous les fondemens de leur doctrine. L'analogie de ces phénomènes avec ceux que présentent d'autres métaux, et les corps combustibles en général, portent spécialement la conviction la plus forte dans l'esprit de ceux qui l'observent. Telle est la raison pour laquelle je les exposerai avec tous les développemens convenables, en les offrant sur-tout comme un tableau frappant de l'ensemble de toutes les bases de la théorie pneumatique française.

B. *Propriétés physiques.*

5. Le manganèse extrait par le procédé qui sera indiqué, se distingue de tous les autres métaux par les propriétés suivantes. Il est d'un blanc brillant, tirant au gris, qui s'altère promptement à l'air; son tissu est grenu, sans être aussi fin et aussi serré que celui du cobalt; sa cassure est raboteuse et inégale; sa pesanteur spécifique est de 6,850. Il tient, avec le fer, le premier rang dans l'ordre de la dureté. C'est un des métaux les plus fragiles. C'est en même temps un des plus difficiles à fondre. Le citoyen Guyton le place

immédiatement après le platine, et le détermine au degré 160 du pyromètre de Weedgwood. On ne connaît ni sa dilatabilité par le calorique, ni sa propriété conductrice. Il est souvent attirable à l'aimant, sur-tout lorsqu'il est en poudre, en raison du fer qu'il contient, et qui est presqu'aussi difficile à en séparer que du nickel ; il ne présente ni odeur ni saveur sensibles ; il jouit, en communication avec les autres métaux, de la propriété galvanique sur le système nerveux et musculaire des animaux : sa couleur est extrêmement variable.

C. *Histoire naturelle.*

6. On ne connaît bien encore qu'une mine de manganèse : c'est son oxide natif que quelques minéralogistes modernes, entre autres M. Kirwan, annoncent comme combiné avec l'acide carbonique. Cet oxide est souvent mêlé de fer, de barite, de silice, de chaux, etc. : il varie aussi par son état d'oxidation, ou par la proportion d'oxigène qu'il contient. Voici ce que Schéele a trouvé sur ses variétés de couleur. L'oxide bleu est le moins oxigéné de tous : le vert provient du mélange du précédent avec l'oxide jaune de fer ; dans le jaune, ce dernier prédomine beaucoup : le rouge est plus oxidé que les précédens ; le noir est, au contraire, le plus oxigène qu'il est possible.

7. M. Kirwan distingue trois principales variétés d'oxide de manganèse natif, le blanc, le rouge et le noir.

A. Le blanc qui contient le moins de fer et le moins d'oxigène : M. Rinman l'a trouvé en petits cristaux, ou en masses arrondies d'un tissu spathique dans les cavités des quartz ; il en a rencontré de jaune, couvert d'un enduit noirâtre et fuligineux. Le citoyen Lapeyrouse l'a reconnu en efflorescence spongieuse sur des mines de fer, et spécialement sur l'hématite. Il y a des carbonates de fer, de couleur blanche, qui contiennent plus de cet oxide que de

celui de fer. Tout oxide blanc de manganèse se ternit à l'air, et en absorbe fortement l'oxigène.

B. Le rouge, suivant M. Kirwan, contient moins d'acide carbonique et plus de fer que le blanc; il est, ou friable, ou dur dans du carbonate de chaux, du schite, sur l'hématite, ou en masses lamelleuses rayonnées ou cristallisées en pyramides, en rhomboïdes, en aiguilles courtes et fragiles.

C. Le noir et brun souvent cristallisé comme le rouge, ou en masses solides d'apparence métallique ou terne et terreuse, mêlé de quartz, etc.; il pèse 4,000. C'est à cette variété que M. Kirwan rapporte, 1°. *la pierre de Périgueux*, ordinairement d'un gris obscur, très-pesante, facile à racler avec le couteau, quoique dure et difficile à briser, devenant plus dure et brune rougeâtre par la calcination, sans devenir attirable, donnant au borax la couleur de l'améthiste; 2°. le *black-wad*, d'un brun foncé, sous forme de poudre ou de petites masses dures et fragiles, dans lequel Weedgwood a trouvé 0,43 de manganèse, 43 de fer, 0,14 de plomb et 0,05 de mica, et qui, après avoir été desséché et malaxé froid avec de l'huile de lin, s'échauffe et s'enflamme spontanément.

8. Le citoyen Haüy, en ne donnant qu'une espèce de mine de manganèse, son oxide natif, partage ses variétés en deux sections; les unes jouissant de l'état métallique, au moins dans sa cassure, et transmettant facilement l'étincelle électrique; les autres privées de l'état métallique, et ne transmettant que faiblement l'étincelle électrique.

Les premières ont quelque ressemblance avec le sulfure d'antimoine natif : le caractère distinctif facile à saisir, c'est que l'oxide de manganèse, frotté sur une pierre foncée comme l'ardoise, et essuyée légèrement avec le doigt, laisse une trace terne et matte, tandis que le sulfure d'antimoine y donne un brillant métallique sensible.

Les secondes variétés sont de diverses couleurs, sur-tout

noires, brunes, jaunâtres, rouges, de diverses formes prismatiques par le retrait, solides et compactes, mamelonnées, en efflorescence. Elles donnent, comme les premières, et souvent plus qu'elles, du gaz oxigène, quand on les chauffe dans des vaisseaux fermés.

9. En comparant les formes et les apparences diverses que présentent les nombreuses variétés d'oxide de manganèse natif, on reconnaît que la plus régulière, en même temps la plus brillante et la plus métalliforme, est en prismes tétraèdres rhomboïdaux, striés et séparés, ou en aiguilles réunies en faisceaux, ou en rayons et en étoiles. Parmi celles qui n'ont point d'apparence métallique, on distingue sur-tout une efflorescence brune, noirâtre et friable, qui tache les doigts comme de la suie; une variété d'un noir mat et velouté, la variété compacte et informe grise, rougeâtre, brune, compacte, très-lourde, caverneuse, et offrant des rudimens de cristaux brillans dans ses cavités : cette dernière est souvent nommée pierre; c'est la plus commune et la plus employée dans les verreries.

10. Le citoyen Lapeyrouse a découvert et décrit, en 1786, du manganèse natif en globules métalliques à Sem dans les mines de fer de la vallée de Vicdesos, au ci-devant comté de Foix : c'est le seul naturaliste qui ait trouvé ce métal natif. Il était sous la forme de petits boutons un peu aplatis, malléables, d'un tissu lamelleux : il est vraisemblable que ce n'était qu'un alliage avec le fer; car le manganèse est trop combustible par lui-même pour pouvoir rester sans altération sous la forme métallique.

11. Il faut ajouter que l'oxide de manganèse se rencontre très-fréquemment avec d'autres métaux minéralisés, sur-tout dans les mines de fer, que Schéele l'a trouvé dans un grand nombre de charbons et de cendres végétales, et que c'est à lui qu'il attribue les couleurs vertes et rouges que prend si souvent l'alcali fixe qui provient de ces cendres.

On reviendra ailleurs sur ce phénomène. Hielm a trouvé le muriate de manganèse dissous dans des eaux près du lac Wettern ; et le citoyen Guyton assure qu'il existe du carbonate de manganèse dans l'eau de la côte de Châtillon en Bugey.

D. *Essais et métallurgie.*

12. On ne réduit bien l'oxide de manganèse natif que lorsqu'on évite de le chauffer avec des fondans, et c'est pour cela sans doute que les chimistes ont ignoré pendant si longtemps l'existence du métal particulier qui y est contenu. Gahn n'est parvenu le premier à l'obtenir, que parce qu'il n'a point employé de flux ; pour peu qu'on mette de ces derniers, l'oxide se vitrifie : ce fait a été bien constaté depuis par Bergman, les citoyens Guyton, Champy, et par mes propres expériences. Voici, d'après ces principes, le procédé de Bergman, qui réussit bien.

13. On fait une pâte avec de l'oxide de manganèse natif en poudre fine et de l'eau ; on en forme une boule qu'on place dans un creuset brasqué, sur le fond duquel on bat une couche épaisse de charbon en poudre ; on l'entoure et on recouvre la boule de charbon ; on ferme avec lui le creuset renversé et luté ; on chauffe au feu le plus fort qu'on puisse faire dans un laboratoire pendant une heure et davantage. Il faut que la température du fourneau aille au moins à 160 degrés du pyromètre de Weedgwood. Après le refroidissement du creuset, on trouve, sous ou au milieu même d'une scorie plus ou moins vitrifiée, un ou plusieurs globules métalliques qui vont jusqu'à près du tiers de l'oxide de manganèse employé ; Bergman les porte à 0,30. Si le feu n'est point assez fort, les grains de métal trop petits et disséminés dans la scorie ne peuvent pas se réunir. On observe encore que lorsque le creuset se renverse, et que le métal touche ses parois, toute la masse est vitrifiée, et

on n'obtient point de métal. J'ai plusieurs fois tenté cette difficile réduction : je n'ai jamais eu dans les laboratoires assez de feu pour rassembler le manganèse en un seul culot ; mais je l'ai obtenu en grains ou petits globules, qui étoient enveloppés chacun d'une fritte vitreuse d'un vert foncé.

14. Bergman, dans sa Dissertation sur la docimasie humide, donne, pour procédés docimastiques des mines de manganèse, leur dissolution dans les acides, à l'aide du sucre ajouté, l'évaporation à siccité du nitrate qu'on en obtient, et le traitement des oxides mixtes de manganèse et de fer, par l'acide acéteux ou le nitrique très-faible qui dissolvent le premier sans toucher au second par l'addition du sucre. Il observe encore qu'en précipitant par les prussiates alcalins une dissolution de manganèse et de fer, le précipité de prussiate de manganèse est dissoluble dans l'eau, tandis que celui du fer ne l'est pas, et qu'on a dans cette propriété un bon moyen pour séparer ces deux métaux. C'est par lui que le citoyen Guyton a reconnu la présence du carbonate de manganèse dans l'eau de Châtillon ; mais il remarque qu'il y a en même temps un peu de prussiate de fer dissous.

15. Il n'y a aucuns travaux en grand sur les mines de manganèse, non pas seulement à cause de la propriété réfractaire de ces mines, mais sur-tout parce qu'il n'est point utile dans l'état métallique. On exploite seulement comme des carrières les lieux où l'oxide natif de manganèse se rencontre, afin de fournir aux verreries, etc. cet oxide, qui y est employé.

E. *Traitement par le feu et l'air.*

16. On a dû voir par les détails précédens que l'oxide de manganèse étant très-abondant au sein de la terre, et que le métal étant, au contraire, très-difficile à obtenir, c'était de l'oxide seulement qu'on avait fait usage dans les

rts. Comme c'est aussi sur cet oxide qu'ont été faites toutes les expériences et les découvertes de Schéele, qui n'a pas connu le métal : il n'y a d'autre manière d'en bien connaître et d'en saisir l'ensemble que de comparer, dans l'exposition de chaque traitement et de chaque phénomène, les propriétés de ce métal et celles de l'oxide, ou plutôt des oxides ; car il sera souvent nécessaire de décrire en particulier les effets de celui qui est au *maximum* et de celui qui est au *minimum* d'oxidation.

17. Il n'y a point de métal aussi combustible, et qui se combine plus facilement comme plus promptement à l'oxigène atmosphérique que le manganèse. Bergman avait remarqué que sa couleur était très-altérable à l'air, qu'il s'y résolvait quelquefois en poussière brune, tirant au noir, pesant davantage que le métal entier ; il ignorait encore quelle était la cause de ce phénomène, qu'il attribuait vaguement au peu de rapprochement des particules ; l'humidité lui avait paru le favoriser, ainsi que l'impression de l'air atmosphérique : car il avait observé qu'un petit fragment de ce métal, enfermé dans une bouteille sèche et bien bouchée, s'était conservé entier pendant six mois ; mais qu'ayant été ensuite exposé à l'air libre pendant deux fois vingt-quatre heures, sa surface s'était ternie, et il était devenu friable sous le doigt ; enfin il a vu que les parties les plus chargées de fer résistaient beaucoup mieux à cette altération spontanée. Tel est le cas sans doute des boutons conservés sans changement à l'air pendant plusieurs années par le citoyen Guyton, quoique cependant ils ne fussent pas sensiblement magnétiques. Voici ce que j'ai constaté sur l'oxidabilité spontanée du manganèse. En cassant les petits globules que j'en avais obtenus par la réduction de l'oxide natif sans flux, je m'apperçus que leur surface fraîche, de grise blanche brillante qu'elle était au moment où elle venait d'être découverte, se ternissait presqu'à l'instant même dans l'air, se colorait bientôt

en lilas, puis en violet, qui passait promptement au noir. Dans le dernier état, ils étaient friables sous le doigt, et formaient une poussière noire semblable aux oxides natifs. Ayant renfermé quelques-uns de ces globules entiers et couverts de la petite couche d'oxide formée ou laissée pendant leur fusion, dans un petit flacon bien bouché, ils s'y conservèrent entiers ; mais les ayant cassés pour en observer le grain et le tissu intérieur, et les ayant remis dans le même flacon qu'on agitait de temps à autre pour les observer, au bout de quelques mois on les trouva tous réduits en une poudre noire qui avait plus de poids que les globules n'en avaient eu.

18. Il n'est pas douteux que ce phénomène ne dépende de la prompte et facile absorption de l'oxigène atmosphérique par le manganèse ; mais il est bien remarquable que ce soit le seul métal qui présente une oxidation aussi rapide et aussi forte. Cette célérité de combustion, qui n'a de degré supérieur parmi les corps combustibles que celle du phosphore, est réunie à la puissante attraction que ce métal exerce sur l'oxigène. On verra par la suite qu'il l'enlève au fer et au zinc, et qu'il est le premier des métaux dans cette propriété : aussi le citoyen Guyton lui donne-t-il le premier rang d'oxidabilité ; mais on ne voit pas par quelle raison il met sur la même ligne le fer, le zinc, le cobalt et le nickel, puisque ces métaux sont bien loin d'exercer sur l'oxigène une attraction aussi forte et aussi active. Une des expériences de Bergman le prouve sans réplique. Ayant chauffé fortement pendant vingt minutes, à l'aide du soufre, quelques parcelles de manganèse enfermées dans un creuset de Hesse couvert, mais dans lequel il y avait assez d'air pour en opérer l'oxidation, il a eu un verre jaune obscur et un petit globule de fer ; le manganèse s'est donc oxidé et vitrifié dans un lieu et à une température où le fer a résisté et s'est seulement fondu. Cette singulière oxidabilité du manganèse m'a fait penser qu'il pourrait servir de moyen

pudiométrique, et que pour le conserver il faudrait le tenir sous de l'huile ; car l'eau ne doit pas remplir cet objet.

19. A plus forte raison encore le manganèse doit-il s'altérer et se brûler promptement quand on le chauffe avec le contact de l'air. On le voit passer successivement par les nuances de gris, de fauve, de rouge, de brun et de noir, à mesure qu'il absorbe des quantités plus grandes d'oxigène. Bergman dit que l'oxide artificiel, chauffé sans interruption pendant douze jours, passe au vert obscur. Je ne doute point qu'à une haute température, à laquelle on l'éleverait brusquement, et sans l'avoir laissé se saturer d'oxigène, par exemple, en le faisant rougir dans un appareil bien fermé, et en le plongeant tout à coup dans de l'air vital, à l'époque où il serait prêt de sa fusion, il ne s'enflammât aussi vivement que le fer ou le phosphore, et ne brûlât en lançant au loin des étincelles ardentes et très-lumineuses, quoique l'expérience n'en ait point encore été faite. On n'a pas encore déterminé les proportions d'oxigène qu'il contient dans ses divers états d'oxidation, depuis le gris blanc, son *minimum* évident, jusqu'au noir foncé, *maximum* certain de cette oxidation. Bergman avance que du manganèse effleuri à l'air, et changé en un oxide obscur (brun) pendant quatorze jours, a augmenté de 0,35. On sait qu'au dernier terme de son oxidation, cent parties de manganèse sont augmentées de poids jusqu'à cent soixante-huit.

20. Les oxides de manganèse natifs ou artificiels se comportent diversement quand on les expose à la lumière et à l'action du calorique, suivant leur état d'oxidation. Les plus oxidés et les plus noirs, dont se rapprochent quelquefois ceux qui sont brillans et métalliformes dans la nature, distillés ou plutôt chauffés dans des vaisseaux fermés avec l'appareil pneumatochimique, donnent de grandes quantités de gaz oxigène assez pur ; on en retire moins des bruns clairs, des fauves et des gris, et point du tout des blancs. Ce fait bien

avéré prouve que les diverses portions d'oxigène contenues dans l'oxide le plus complet de manganèse adhèrent au métal avec une force différente, qu'on peut séparer plus ou moins facilement la portion qui le noircit et le colore en général au-delà du blanc, et que celle qui lui est unie dans le dernier état de coloration, y tient avec une énergie si grande, que l'action du feu est incapable de l'en séparer sans l'intermède d'un corps qui y joigne son attraction particulière comme le charbon.

21. Cette propriété des oxides colorés de manganèse, de fournir du gaz oxigène par l'action du calorique, sert souvent, dans les laboratoires de chimie, pour se procurer cette espèce de fluide élastique. On a cependant observé que ce gaz n'était pas aussi pur que celui qu'on extrait de l'oxide spontané de mercure, et sur-tout que celui que donne le muriate suroxigéné de potasse. Quelquefois il contient un peu de gaz acide carbonique; quelquefois aussi on y trouve une petite portion de gaz azote, et c'est sans doute à la présence de ce dernier corps qu'il faut attribuer le singulier fait, observé il y a long-temps par Bayen, de quelques gouttes ou vapeurs nitreuses, dégagées pendant le traitement de l'oxide de manganèse, dans un appareil distillatoire. On voit donc que, pour des expériences exactes, il faut préférer le gaz dégagé du muriate suroxigéné de potasse.

22. A mesure qu'on sépare l'oxigène en gaz d'un oxide de manganèse coloré par l'action du feu, il perd sa couleur et repasse toujours vers le gris ou le blanc, qui, comme on l'a déja vu, se rapproche de l'état métallique: en exposant cet oxide, en partie désoxidé, au contact de l'air, il absorbe de l'oxigène atmosphérique; il noircit, et devient capable de donner de nouveau gaz par l'action du calorique. J'ai répété cette expérience trois fois de suite sur le même oxide de manganèse, et je me suis convaincu par là que cet oxide, privé de la partie du principe oxidant qu'on en dégage par l'action du

calorique, est une espèce d'aimant de l'oxigène aérien, à l'aide duquel on peut se procurer ce gaz, presque sans d'autres frais que ceux du combustible nécessaire pour le dégager : mais ce gaz n'est pas assez pur pour des expériences délicates.

23. Il faut ajouter encore aux propriétés de l'oxide de manganèse dépendantes du calorique, celle de se vitrifier seul à un grand feu, et de donner un verre verdâtre, lorsqu'on le chauffe dans un vase qui contient de l'air et qui ne permet pas à l'oxigène propre au métal de se dégager en gaz.

F. *Traitement par les combustibles.*

24. On ne connaît point d'union du manganèse avec l'azote, l'hidrogène et le charbon. On sait que ce dernier, chauffé fortement avec l'oxide de ce métal, lui enlève son oxigène, et le réduit à une très-haute température : il paraît qu'il ne s'unit pas, dans ce cas, avec le métal, mais bien avec le fer qui s'y trouve allié, comme on le verra.

25. Bergman dit que le manganèse métal paraît résister à la combinaison avec le soufre : ce que je ne regarde pas encore comme certain ; mais il décrit l'union qu'il a formée entre le soufre et l'oxide de manganèse. Huit parties de cet oxide ont pris, dans une cornue de verre, trois parties de soufre, et ont produit une masse jaune verdâtre, attaquable avec effervescence, et donnant du gaz hidrogène sulfuré par les acides. Schéele a observé de plus qu'une partie du soufre passait à l'état d'acide sulfureux dans cette opération.

26. Pelletier a parlé de l'union du manganèse avec le phosphore. Ayant chauffé parties égales de verre phosphorique et de manganèse avec un huitième du premier de charbon, il a obtenu un phosphure d'une couleur blanche, brillante et métallique, d'une texture grenue, très-disposé, dit-il, à la cristallisation, fragile, et qui s'est conservé à l'air sans s'effleurir. Il observe que le manganèse qu'il a employé n'était pas efflorescent à l'air. On sait que cette propriété dépend de

l'alliage du fer. Il y avait au dessus du phosphure de manganèse un verre opaque de couleur jaunâtre. Il est parvenu à obtenir la même combinaison, en jetant du phosphore sur du manganèse rougi dans un creuset. Cette dernière expérience ayant été faite avec du manganèse efflorescent, Pelletier observe que le phosphure obtenu n'avait point ce caractère. Ce phosphure lui a paru plus fusible que le manganèse ; en le faisant fondre au chalumeau, on voit brûler le phosphore à mesure que le métal s'oxide.

27. Le manganèse se fond et s'allie avec le plus grand nombre des substances métalliques ; on a cependant peu examiné encore ses alliages, sur-tout ceux qui sont faits avec les métaux précédemment décrits.

G. *Action sur l'eau et sur les oxides.*

28. Quoiqu'on n'ait pas repris les travaux de Bergman et de Schéele sur le manganèse et son oxide, depuis la découverte de la décomposition de l'eau, et quoique l'expérience n'ait point prononcé encore sur les effets réciproques de ce métal et de ce liquide, la vîtesse avec laquelle le métal s'unit à l'oxigène, et l'attraction qu'il paraît avoir pour la première portion qui le convertit en oxide blanc, me font croire qu'il est, comme le fer et le zinc, et peut-être même plus encore que ces deux métaux, susceptible de décomposer l'eau et de lui enlever son oxigène. On connaîtra bientôt quelques faits qui semblent le prouver assez positivement : c'est pour cela que j'ai conseillé de ne pas le tenir sous l'eau.

29. Sa forte attraction pour l'oxigène annonce qu'il est capable d'enlever ce principe à la plupart des autres oxides métalliques, et c'est, en effet, ce qui arrive quand on le plonge dans les dissolutions de ces oxides par les acides ; mais il faut prendre garde à la différente attraction qu'il a pour diverses proportions de ce principe, et bien concevoir, d'après cela, qu'en chauffant son oxide noir ou le plus oxidé avec

certaines substances métalliques, il peut leur céder la partie de son oxigène à laquelle il adhère le moins, et contredire ainsi, en apparence, cette propriété désoxidante générale qui devrait faire son caractère spécifique. Cette variété d'attraction pour les diverses proportions d'oxigène fait varier beaucoup ses propriétés : ce qui donne naissance, comme je le ferai voir plus bas, à une foule de phénomènes qui semblent même quelquefois contradictoires entre eux.

H. *Traitement par les acides.*

30. C'est dans l'action réciproque des acides du manganèse et de ses oxides que consistent les faits les plus singuliers de son histoire, et les phénomènes les plus nombreux de ses combinaisons. C'est sur cette action que Schéele et Bergman ont le plus insisté. Tandis qu'elle leur servait à étayer la théorie singulière qu'ils avaient déja adoptée sur la chaleur, comme composée d'air et de *phlogistique*, elle fournissait à la doctrine pneumatique les résultats les plus heureux pour ses preuves, et l'appui le plus solide pour sa confirmation, comme je vais le faire voir par les détails dans lesquels je vais m'engager, soit d'après les expériences des deux illustres chimistes suédois, soit d'après celles qui me sont particulières.

31. L'acide sulfurique concentré agit même à froid sur le manganèse ; son action est beaucoup plus prompte et plus forte lorsqu'il est étendu de deux ou trois parties d'eau. Il se dégage, pendant qu'elle a lieu, une quantité notable de gaz hidrogène ; sa dissolution est plus lente que celle du fer. Il reste dans la liqueur une masse noire spongieuse qui conserve la forme du métal, et qui, comme l'a indiqué M. Kirwan, est du carbure de fer, preuve de ce que j'ai avancé (n°. 24), que le carbone, dans la réduction du manganèse, s'unit au fer. Sa dissolution neutre est blanche et sans couleur ; elle donne par l'évaporation des cristaux transparens, également

incolores, parallélipipèdes, d'une saveur très-amère, que le feu décompose en en dégageant de l'acide sulfurique et un gaz oxigène, et d'où les alcalis fixes séparent un oxide blanc qui devient promptement brun à l'air, en commençant par la couche supérieure dans le vase où a été faite la précipitation; tandis que les carbonates alcalins en précipitent un carbonate de manganèse qui n'absorbe point ainsi l'oxigène atmosphérique, et ne noircit pas comme le précédent. On voit dans cette action de l'acide sulfurique la décomposition de l'eau, la fixation d'une certaine proportion de son oxigène qui ne va pas au-delà de 0,20 dans le manganèse, dont l'oxide blanc se dissout à mesure qu'il est formé dans l'acide sulfurique. L'oxide de manganèse blanc, séparé par les alcalis purs, se dissout dans tous les acides lorsqu'il n'est point noirci encore, et au moment où il vient d'être précipité sans avoir été exposé à l'air, et sans avoir absorbé l'oxigène qui le rend indissoluble. C'est en raison de cette dissolubilité, que l'oxide blanc disparaît promptement dans l'acide sulfurique, même étendu; et comme il contient juste la quantité d'oxigène convenable à sa dissolution dans cet acide, il s'y unit sans avoir besoin d'en absorber, et conséquemment sans effervescence: car celle-ci n'a lieu pendant la combinaison du manganèse métallique, que parce qu'il absorbe l'oxigène de l'eau, dont il dégage en même temps l'hidrogène.

32. L'oxide noir de manganèse ne se dissout que difficilement, peu à peu et en petite quantité dans l'acide sulfurique bouillant: cependant on parvient à saturer la dissolution; et l'on trouve la raison de l'un et de l'autre de ces faits, d'une part, dans la lenteur de la dissolution, et de l'autre dans la saturation à laquelle on parvient. En faisant l'opération dans un appareil fermé et muni de tubes pneumatiques, on a du gaz oxigène, qui provient manifestement de l'oxide de manganèse, lequel, ainsi désoxidé, devient dissoluble dans l'acide sulfurique. Si on distille à siccité et qu'on lave le résidu,

celui-ci se dissout en sulfate de manganèse ; et en faisant plusieurs fois de suite une pareille opération, on enlève tout l'oxide de manganèse. Il est bien évident ici que l'acide sulfurique, par son attraction pour l'oxide, pris dans son *minimum* ou dans son état blanc, est la cause du dégagement d'oxigène, puisque ce dégagement est beaucoup plus prompt par l'addition de cet acide qu'il ne l'est dans la distillation de l'oxide seul : ce que savent bien tous les chimistes qui ont besoin de se procurer ce gaz. Un autre fait, dû à Schéele, prouve également l'influence de l'acide sulfurique chaud sur la désoxidation du manganèse : c'est que, si l'on ajoute du sucre, du miel ou de la gomme au mélange d'acide sulfurique et de cet oxide, on rend celui-ci dissoluble sans qu'il se dégage d'oxigène en gaz, parce qu'il est absorbé par la matière végétale, absorption qui n'a pas lieu sans la présence de l'acide : car on mêle vainement cet oxide avec les corps végétaux seuls ; ils n'en opèrent en aucune manière l'oxidation. Dans le cas de cette addition, on voit pourquoi la dissolution dans l'acide est beaucoup plus prompte que lorsque celui-ci agit seul. En effet il y a ici deux forces qui conspirent ensemble, celle de l'acide sur l'oxide désoxidable, et celle de la matière végétale sur son oxigène ; quelques métaux, l'or même, suivant Bergman, agissent par le même principe et favorisent la dissolution de l'oxide noir dans l'acide sulfurique.

33. Lorsque, dans l'union de l'oxide de manganèse noir avec l'acide sulfurique que je viens de décrire, on distille à siccité cet acide peu étendu sur moitié de son poids d'oxide, on extrait plus du quart de cet oxide, dissous en sulfate, par le moyen de l'eau ; et cette solution est rouge ou violette, ainsi que le sel cristallisé qu'on en obtient : ce qui annonce que dans ce cas l'oxide de manganèse retient plus d'oxigène que lorsque la dissolution est blanche, comme elle l'est en faisant agir le métal lui-même sur l'acide ; il faut aussi conclure de là qu'il y a deux sulfates de manganèse, l'un peu

oxidé, c'est le blanc ; l'autre, au *maximum* d'oxidation où l'acide peut tenir cet oxide. On verra qu'il en est de même du fer, qui présente aussi deux sulfates différens, suivant l'état d'oxidation de ce métal. On obtient promptement ce sulfate de manganèse rouge ou violet, et plutôt encore de cette dernière couleur, en unissant à l'acide sulfurique l'oxide de ce métal fait par son exposition à l'air, oxide qui s'y dissout facilement. Les alcalis le précipitent en rougeâtre, et ce précipité noircit très-vîte à l'air. Bergman observe, à cette occasion, que l'oxide rouge de manganèse tient à cet égard le milieu entre le noir et le blanc ; qu'il est plus dissoluble dans l'acide sulfurique que le premier, et moins que le blanc ; il faut ajouter qu'il forme avec lui un sulfate oxigéné ou coloré, tandis que le blanc donne un sulfate simple et sans couleur. Les matières végétales avides d'oxigène décolorent et décomposent le sulfate oxigéné de manganèse, et le font passer au blanc ou à l'état de sulfate simple. Il paraît, d'après plusieurs observations de Schéele, que les corps organiques, en désoxidant ainsi le manganèse, en favorisant sa dissolution dans les acides, opèrent par leur carbone, puisqu'il a remarqué qu'il se dégageait de l'acide carbonique.

34. L'acide sulfureux n'agit que faiblement ou point sur le manganèse, mais bien sur son oxide. Il le dissout facilement et sans effervescence. Schéele avoit vu qu'en recevant le gaz acide sulfureux dans de l'eau où l'on a délayé de l'oxide de manganèse noir, celui-ci blanchissait, disparaissait et se dissolvait peu à peu dans cet acide liquide sans offrir ni mouvemens ni bulles. Il avait remarqué de plus que cette dissolution était du sulfate et non du sulfite de manganèse, et que ce sulfate était blanc. Rien n'est plus clair que ce phénomène dans la doctrine pneumatique. L'acide sulfureux, très-avide d'oxigène, l'enlève à l'oxide très-oxidé, et repasse à l'état d'acide sulfurique qui dissout à mesure l'oxide privé de la portion d'oxigène que lui donnait son indissolubilité. On voit par là qu'il

ne doit point y avoir d'effervescence, et que la dissolution doit devenir du sulfate blanc et simple de manganèse. Tous ces détails vont rendre plus claire et plus simple l'action des autres acides sur le manganèse et sur ses oxides.

35. L'acide nitrique dissout le manganèse avec effervescence et dégagement de gaz nitreux ; il reste une masse spongieuse, noire et légère de carbure de fer, qui n'est point dissoluble. Cette dissolution est colorée à cause du fer qu'elle contient ; cette couleur est sombre, et il n'y a pas de nitrate de manganèse rouge ou violet, comme le sulfate. L'oxide blanc de manganèse ou le moins oxidé se dissout très-facilement dans l'acide nitrique, et sans effervescence comme sans gaz nitreux : ce qui tient à ce que l'oxide contenant la portion d'oxigène qu'il peut tenir pour rester uni aux acides, il n'a pas besoin d'en enlever au nitrique, et par conséquent de décomposer cet acide comme le fait son métal. Cette dissolution nitrique de l'oxide blanc est sans couleur, à moins qu'elle ne contienne du fer ; elle ne fournit point de nitrate de manganèse cristallisé, même par une évaporation douce. L'oxide noir ne se dissout que très-peu et très-difficilement dans l'acide nitrique ; cependant on peut l'en saturer à la longue. Il est évident que cette différence entre cet acide et le sulfurique tient à ce qu'il est plus volatil, à ce qu'il n'a pas tant d'attraction en général pour les oxides métalliques, à ce qu'il tend toujours plus à leur fournir qu'à leur ôter de l'oxigène : en ajoutant du sucre, du miel, des huiles, des métaux même, au mélange de l'oxide noir de manganèse, et de l'acide nitrique, on favorise leur combinaison ; et l'oxide, privé d'une portion de son oxigène par ces corps dont l'acide augmente la tendance pour s'y unir, se dissout dans cet acide. Il se dégage du gaz acide carbonique pendant cette opération, et plus même que dans celle que l'on fait avec les autres acides.

36. L'acide nitreux dissout beaucoup mieux les oxides de manganèse que le nitrique. Schéele a très-bien vu et très-bien

décrit les importans phénomènes de cette dissolution : elle a lieu sans effervescence. Il se forme du nitrate et non pas du nitrite de manganèse ; l'acide sulfurique en dégage ensuite des vapeurs blanches et non des vapeurs rouges. Cela est manifestement dû à l'absorption de l'oxigène par l'oxide nitreux, comme le prouvent et la dissolution de l'oxide, qui ne peut avoir lieu sans sa désoxidation préliminaire, et la conversion de l'acide nitreux en acide nitrique. Il est superflu de faire remarquer ici combien tous ces faits s'accordent avec la doctrine pneumatique, et donnent de force aux principes qui la constituent.

37. Le manganèse se dissout avec effervescence et dégagement de gaz hidrogène dans l'acide muriatique liquide. Son oxide blanc s'y unit également sans effervescence et sans séparation de gaz, parce qu'il n'a pas besoin d'absorber d'oxigène, dont il est assez pourvu pour se dissoudre dans cet acide. Son oxide noir s'y dissout aussi plus facilement que dans les acides précédens, à cause de la double tendance que cet acide exerce d'une part sur l'oxigène dont il se sature en partie pour passer à l'état d'acide muriatique oxigéné, de l'autre part, sur l'oxide de manganèse, au *minimum* d'oxidation, avec lequel il forme un sel. Quand on fait agir de l'acide muriatique sur l'oxide noir de manganèse, il y a donc deux actions remarquables de cet acide, et il partage son énergie en deux forces qui se font équilibre, ou plutôt qui ne cessent d'agir que lorsqu'il y a équilibre entre elles : l'une désoxide le manganèse et forme de l'acide muriatique oxigéné, jusqu'à ce qu'il soit devenu dissoluble ; l'autre le dissout et fait entrer une portion de l'acide dans une combinaison saline. C'est cette expérience qui a fait découvrir à Schéele l'acide qu'il nommait *acide marin déphlogistiqué*, et aux chimistes français la véritable nature de ce composé, qu'ils ont désigné par le nom exact d'*acide muriatique oxigéné*. On observe, dans l'action de l'acide muriatique sur l'oxide noir de manganèse, le passage de cet oxide au rouge, au gris et au blanc. Dans ce

dernier état, il s'unit à l'acide et forme un sel sans couleur; si l'on ajoute un corps combustible, la dissolution de l'oxide noir dans cet acide s'opère sans formation d'acide muriatique oxigéné. On n'a point décrit encore avec exactitude les propriétés du muriate de manganèse. Bergman dit qu'il donne difficilement des cristaux, mais seulement une masse saline déliquescente. Cependant il arrive fréquemment dans les laboratoires, d'obtenir de gros cristaux de ce sel, dont, il est vrai, on n'a point encore déterminé la forme : l'acide muriatique décompose le sulfate de manganèse.

38. L'acide muriatique oxigéné oxide promptement et sans effervescence le manganèse jusqu'à l'état blanc ; il brûle et enflamme ce métal lorsqu'on le jette en poudre ou en limaille dans du gaz acide muriatique oxigéné. Il s'unit aussi aux oxides de manganèse, et fait des dissolutions colorées en brun, en rouge ou en violet, qui fournissent des cristaux de même couleur. Il y a donc un muriate oxigéné de manganèse dont on n'a point encore reconnu les propriétés, et qu'il sera très-important d'examiner.

39. L'acide phosphorique ne s'unit pas immédiatement au manganèse ; il ne dissout que difficilement ses oxides : on peut l'y unir en versant une dissolution d'un phosphate alcalin dans celle du nitrate ou du muriate de manganèse : on a un précipité de phosphate de ce métal. Il en est de même de l'acide fluorique qui forme aussi un fluate de manganèse peu dissoluble. On fait la même chose avec les borates.

40. L'acide carbonique liquide attaque le manganèse ainsi que son oxide noir : l'un et l'autre s'y dissolvent, quoiqu'en petite quantité. Cette dissolution, exposée à l'air, laisse précipiter peu à peu l'oxide, qui se sépare à la surface en une pellicule blanche, s'il n'y a point d'oxide de fer. Bergman observe que, lorsqu'on se sert du métal dans cette combinaison, il se dégage une odeur analogue à celle de la graisse brûlée.

41. On ne connaît pas l'action des quatre acides métalliques sur le manganèse et ses oxides, non plus que leurs combinaisons avec ce métal. On sait cependant que l'acide arsenieux a la propriété d'enlever une portion d'oxigène à l'oxide noir de manganèse, de passer ainsi à l'état d'acide arsenique, et qu'il le blanchit en même temps.

42. En général, aucune des dissolutions du manganèse dans les acides ne se décompose et ne se trouble par le contact de l'air. Les acides retiennent trop fortement cet oxide pour qu'il puisse absorber l'oxigène atmosphérique. Les alcalis purs et les terres alcalines en séparent l'oxide de manganèse en brun, qui se fonce promptement à l'air et par le seul contact de l'eau qui contient de l'air.

I. *Traitement par les bases salifiables et par les sels.*

43. Le manganèse n'éprouve aucune action de la part des terres; son oxide se combine et se vitrifie avec elles en les colorant d'une manière diverse, suivant que cet oxide contient plus ou moins d'oxigène, et est plus ou moins chargé de fer. En général, ces frittes vitreuses ont des couleurs vertes, sombres, brunes, noirâtres ou d'un vert jaune : elles sont très-rarement rouges lorsqu'on n'y ajoute pas de flux proprement dit.

44. Les alcalis purs favorisent l'oxidation du manganèse et la décomposition de l'eau par ce métal, parce qu'ils s'unissent facilement à cet oxide. Schéele a bien décrit l'union des alcalis fixes avec l'oxide de manganèse. Par la voie sèche, ces deux corps se fondent ensemble en une masse d'un vert foncé, qui est dissoluble dans l'eau, et qui la colore en vert : en gardant cette dissolution dans un vase bien bouché, il s'en précipite un oxide de fer jaune, et la liqueur verte passe au bleu. L'eau précipite la dissolution alcaline en lui donnant une couleur violette, puis rouge. A mesure que les molécules

de l'oxide se rassemblent ; la liqueur devient blanche. L'addition de quelques gouttes d'acide ou l'exposition à l'air produisent le même effet de précipitation et les mêmes nuances de couleur, en oxidant davantage le manganèse. L'acide arsenieux, ajouté à cette dissolution alcaline, lui ôte toute sa couleur et la rend blanche en lui enlevant son oxigène. En ajoutant du charbon à l'oxide de manganèse, que l'on fait fondre avec l'alcali, il y a effervescence, dégagement d'acide carbonique, et décoloration ou changement de la couleur en gris blanc. L'acide carbonique est ici formé par l'union du carbone avec l'oxigène de l'oxide, et celui-ci repasse à l'état d'oxide blanc. C'est en raison de ces changemens si remarquables de couleurs, ainsi que de nuances si variées que prend la liqueur traitée de différentes manières, qu'on a donné à cette combinaison le nom de *caméléon minéral*. Ces phénomènes se retrouvent dans les cendres et dans les alcalis du commerce, qui contiennent une certaine proportion d'oxide de manganèse, et qui se colorent de beaucoup de manières différentes, suivant qu'ils attirent l'humidité, qu'on les expose à l'air, qu'on les traite par les acides. Le citoyen Guyton pense que, dans cette combinaison, le manganèse est à l'état acidifié, et il le nomme *acide manganésique*.

45. Schéele avait entrevu l'altération que l'ammoniaque éprouve, de la part de l'oxide de manganèse, dans la distillation de cet oxide avec le muriate ammoniacal ; il avait soupçonné que l'ammoniaque était en partie décomposée, et c'est à cette décomposition qu'il attribuait l'espèce de gaz qu'il avait obtenu et qu'il avait soigneusement distingué d'avec l'acide carbonique. Le citoyen Berthollet a mis cette vérité hors de doute ; il a fait voir qu'en distillant ces deux corps, l'hidrogène, quittant l'ammoniaque, se portait sur l'oxigène de l'oxide de manganèse avec lequel il formait de l'eau, et que l'azote, autre principe de cet alcali volatil, se dégageait

en liberté. M. Milner a fait depuis une autre découverte sur cette action réciproque et décomposante ; en faisant passer du gaz ammoniac à travers un tube rempli d'oxide de manganèse rouge de feu, il a eu du gaz nitreux par l'union de l'azote de l'ammoniaque avec l'oxigène de l'oxide. C'est un des phénomènes qui, comme on voit, confirment avec le plus de force les bases de la doctrine pneumatique sur la nature comparée de l'acide nitrique, de l'ammoniaque, de l'eau et des oxides métalliques. Il n'est pas invraisemblable que l'oxide de manganèse ne puisse devenir quelque jour un des moyens les plus fructueux de la production de l'acide du nitre dans les nitrières artificielles.

46. Le manganèse et ses oxides n'ont pas d'action connue sur les sulfates : ces sels ont cependant la propriété de décolorer au grand feu les verres colorés par le manganèse. Les nitrates brûlent aisément ce métal, et l'oxident fortement ; c'est pour cela que le nitre fondu colore en violet ou en rouge les verres blanchis par cet oxide, en lui rendant l'oxigène qui lui avoit été enlevé dans la fusion de ces verres. Les oxides noirs de manganèse décomposent à chaud le nitrate de potasse, en dégageant l'acide et se combinant avec sa base, en formant un composé semblable à celui que l'on forme immédiatement avec les alcalis.

47. Les phosphates et les borates fondus au chalumeau avec l'oxide de manganèse donnent des couleurs qui varient suivant l'état de cet oxide et suivant le genre de fusion qu'on leur fait éprouver. Bergman et Schéele ont donné des détails très-précis sur les phénomènes de ces combinaisons. Un globule de phosphate d'ammoniaque et de soude fondu au chalumeau, avec de l'oxide noir de manganèse, le colore en bleu rouge ou en rouge si on met plus de cet oxide. En le chauffant long-temps sur le charbon, ou en ajoutant un peu de celui-ci en poudre, sa couleur se dissipe avec efferves-cence : cela n'a lieu qu'avec la flamme bleue intérieure du

chalumeau ; mais si on n'emploie que la flamme blanche extérieure, et que le globule vitreux se trouve ainsi dans l'air, la couleur reparaît dans les mêmes nuances. Le nitre la fait reparaître sur-le-champ, au lieu que le soufre, les sulfates, les métaux et beaucoup d'oxides métalliques la détruisent : le premier de ces corps en rendant de l'oxigène au manganèse, et les seconds en le lui enlevant. On peut de nouveau, et lorsqu'on a blanchi un globule vitreux salin chargé de manganèse par sa désoxidation, lui redonner les premières couleurs en le refondant quelque temps dans une cuiller d'argent ou de platine avec le contact de l'air qui lui rend l'oxigène dont il a été privé. Dans les changemens qui ont lieu si facilement en petit et au chalumeau, on observe une différence sensible, si on les produit ou si l'on essaie de les produire dans des creusets. Le charbon et le soufre agissent bien comme décolorans ou désoxidans, et le nitre comme colorant ou oxidant ; mais les sulfates et les oxides métalliques ne produisent plus les effets qu'ils donnent au chalumeau, parce que le contact de l'air dans un cas, et de la vapeur combustible de la flamme bleue dans l'autre, agissent bien plus fortement sur le globule que des corps analogues ne peuvent agir dans un creuset.

48. Le borax fait naître ces phénomènes avec quelques légères différences dans les couleurs : au lieu du bleu rougeâtre donné au phosphate, elle est ici d'un jaune rouge ; la saturation par l'oxide est, à la vérité, rouge de rubis dans l'un et l'autre. Le charbon efface ici les couleurs plus tard et plus difficilement que dans le phosphate, à cause de l'adhérence plus forte que l'oxide contracte avec le borax.

49. Ces beaux phénomènes de coloration, donnés aux flux par l'oxide de manganèse en différens états d'oxidation, expliquent facilement comment cet oxide blanchit le verre. C'est l'oxide de fer qui tend le plus ordinairement à colorer le verre, et cet oxide n'y est pas saturé d'oxigène : en y ajoutant

de l'oxide de manganèse, celui-ci cède au premier tout l'oxigène qui lui manque pour devenir blanc, et passe lui-même à cette nuance en perdant une portion de ce principe. On voit pourquoi le nitre lui redonne la couleur violette en lui rendant l'oxigène qu'il avait perdu. Beaucoup d'autres oxides métalliques, et en général toutes les matières combustibles qui peuvent enlever ce principe à l'oxide de manganèse noir, et qui font souvent partie de la combinaison vitreuse qu'elles colorent, blanchissent également par cet oxide. On voit encore qu'il faut en mettre une dose proportionnée à celle des matières colorantes unies au verre : si on en met trop peu, il reste de la couleur primitive ; si l'on en met trop, l'oxide, qui n'est pas tout désoxidé, colore à sa manière, en violet ou en rougeâtre, le verre trop manganésé.

K. *Usages.*

50. On peut concevoir, d'après tout ce qui a été exposé ici, que le manganèse et son oxide doivent être des instrumens extrêmement utiles en chimie : le premier, comme métal extrêmement combustible et absorbant à beaucoup d'autres corps l'oxigène pour passer à l'état d'oxide blanc ; le second, à l'état noir ou dans son *maximum* d'oxidation, comme portant dans les corps une portion abondante et très-active de l'oxigène qu'il contient. Aussi, outre l'acide muriatique oxigéné que cet oxide forme, peut-il être employé à l'analyse de beaucoup de corps ? et malgré l'état d'avancement de la science, on peut annoncer que les services que lui a déja rendus ce beau métal, ne sont rien encore en les comparant à ceux qu'il lui rendra par la suite.

51. Les arts tirent un grand parti de l'oxide de manganèse. Outre son emploi dans les verreries, pour blanchir le verre, qui le fait nommer *savon des verriers*, il sert aux émaux, à la la porcelaine, etc. Il est important de faire remarquer ici que les connaissances exactes, acquises aujourd'hui sur la

nature, les différences et les propriétés distinctives de cet oxide, suivant ses différens états d'oxidation, pourront, lorsqu'elles seront plus généralement répandues, et lorsqu'elles seront transportées dans les ateliers de verrerie, de porcelaines et d'émaux, guider les artistes et les ouvriers avec bien plus d'assurance que la routine aveugle et l'empirisme trompeur qui les ont dirigés jusqu'ici. En un mot, pour les arts et pour la science, le manganèse est un corps dont l'étude a déja conduit et doit conduire encore aux plus utiles et aux plus importans résultats.

ARTICLE XI.

Bismuth.

A. *Histoire.*

1. Le bismuth était connu des anciens, qui lui donnaient déja le nom d'étain de glace, qu'il a porté long-temps; parmi les minéralogistes, et sur-tout depuis l'époque de l'ouvrage d'Agricola, où l'on a commencé à s'occuper de ses différences et de celles de ses mines d'avec les autres métaux, on l'a nommé successivement, à cause des notions variées et souvent fausses que chaque auteur en donnait, *étain gris*, *plomb et saturne gris*, *antimoine blanc*, *marcassite blanche et argentée*, *jovial*, *pyrite grise*, etc. etc. Il est indiqué sous le nom de *magnésie* dans Gebber; sous celui de *démogorgon*, dans Glauber, de *nymphe* dans Vanhelmont, *de glaure* dans Augurellus.

2. Pott et Geoffroy le jeune, en 1753, sont les deux premiers chimistes qui en ont étudié les propriétés et distingué, les premiers, avec soin, les caractères spécifiques. Darcet et Rouelle l'ont soumis à une suite d'expériences remarquables.

Monnet, Baumé, en ont décrit ensuite les principales combinaisons d'une manière plus détaillée et plus exacte que leurs prédécesseurs. Bergman en a fait connaître avec plus de précision encore quelques combinaisons et les précipités. La doctrine pneumatique a rendu son histoire beaucoup plus exacte et plus claire, quoiqu'elle ne se soit point occupée encore en particulier des propriétés de ce métal.

B. *Propriétés physiques.*

3. Le bismuth pur est un métal fragile, d'un blanc tirant sur le jaune, présentant un tissu à grandes lames brillantes et miroitées. Sa pesanteur spécifique est de 9,822 ; elle varie, à ce qu'il paraît, suivant sa plus ou moins grande pureté, entre les limites de 9,822 à 10,000. Comme il s'enfonce un peu par les coups de marteau avant de se briser, et comme il n'est pas le plus cassant des métaux de cet ordre, Muschenbroëck a trouvé que le bismuth fondu donnant 8,716, allait, après avoir été frappé, à 9,638 : malgré ce rapprochement entre ses lames, elles se brisent par un choc violent ; on le réduit en espèces de paillettes, et même en poudre fine qu'on peut passer au tamis de soie : dans cet état il est gris sale.

4. Avec un peu de précaution dans la dissection, on obtient facilement un octaèdre régulier d'un fragment lamelleux de bismuth. Le citoyen Guyton lui donne le troisième rang par la dureté, et le place à côté du cuivre par rapport à cette propriété. Son élasticité est faible ; il a une saveur et une odeur particulières, quoique peu sensibles et faibles ; il conduit facilement l'électricité et le galvanisme.

5. On n'a point estimé la dilatabilité du bismuth. Il se fond promptement et très-facilement. Le citoyen Guyton le range, en raison de cette propriété, entre l'étain et le plomb, et détermine sa fusibilité au 205e. degré du thermomètre de Réaumur. On peut le couler fondu dans un cornet de papier, sans qu'il le

brûle et même sans qu'il le roussisse. Si on le laisse refroidir lentement après sa fusion, il se cristallise en parallèlipipèdes qui se joignent ou plutôt se rencontrent à angle droit et s'enveloppent les uns dans les autres, à l'imitation des contours d'une volute, tels que ce qu'on nomme dessins à la grecque, parce que les Grecs ont souvent employé cette forme dans leur architecture. Pour obtenir cette cristallisation, on attend que le bismuth soit figé à sa surface, on en perce la croûte, on survide la portion fluide, non pour laisser un espace suffisant à l'arrangement régulier des molécules, comme le croyait Romé-Delisle, puisque les cristaux se forment au milieu du métal liquide comme les sels dans leur dissolution, mais pour mettre à nu les cristaux déja formés, et ne pas les laisser s'engager dans toute la masse du métal figé. Le citoyen Pouget a en effet observé qu'en enlevant la croûte solide formée à la surface du bismuth fondu, tandis que son milieu est encore liquide, cette croûte offroit en dessous des cristaux bien prononcés. Ce métal est celui de tous qui se cristallise le plus régulièrement et le plus facilement. C'est par lui que les chimistes ont commencé à faire cristalliser les métaux.

6. Le bismuth, long-temps et fortement chauffé après sa fusion, se sublime et s'élève en vapeur dans des vaisseaux bien clos. Il s'attache et se cristallise en paillettes brillantes à la partie supérieure de l'appareil, où on lui fait subir cette haute température. C'était en raison de cette volatilité, en même temps que de sa fragilité, qu'on l'avait rangé parmi les *demi-métaux* : on le disait le plus pesant des demi-métaux, et on le comparait, par rapport à eux, au plomb par rapport aux métaux.

C. *Histoire naturelle.*

7. Les mines de bismuth ne sont pas très-multipliées. Il n'y en a que trois qu'on ait bien distinguées les unes des

autres : l'une est le bismuth natif ; la seconde est le sulfure de bismuth, et la troisième est un oxide de ce métal. Celle qu'on a nommée mine de bismuth arsenicale n'est qu'un mélange accidentel de bismuth avec de l'arsenic.

8. Le *bismuth natif*, très-reconnaissable à sa couleur, à sa fragilité, à sa fusibilité, qui lui permet de se fondre en plaçant les gangues qui le contiennent à peu de distance d'un foyer, ou en en présentant à la flamme d'une bougie les fragmens qui se couvrent de toutes parts de globules bien fondus, l'est encore par son aspect et par sa forme. On le reconnaît aux petites lames jaunâtres, brillantes, triangulaires, striées et embriquées, aux dendrites engagées dans la gangue, ou aux octaèdres réguliers de la même couleur, et qui sont souvent très-bien prononcés ; il se laisse couper au conteau, et se brise facilement par le choc. On le trouve fréquemment à Scala en Néritie, en Dalécarlie, à Schneeberg, à Bastnaës en Suède. Il est souvent mêlé d'arsenic interposé entre ses molécules.

9. Le sulfure de bismuth est une mine d'un gris bleuâtre, quelquefois d'une teinte jaunâtre, ou en masses informes assez semblables à celles du sulfure de plomb, ou cristallisée en prismes aiguillés très-ressemblans au sulfure d'antimoine. Sa cassure est brillante et lamelleuse. Les divisions longitudinales, suivant la remarque du citoyen Haüy, ont lieu parallèlement aux pans d'un prisme hexaèdre, et l'on en apperçoit d'autres qui sont obliques sur ses bases. La petitesse des fragmens ne lui a pas permis encore d'estimer exactement les positions de ces différentes coupes, et conséquemment de déterminer la forme primitive de ce minéral. On distingue le sulfure de bismuth de celui de plomb par sa fusibilité à la flamme d'une bougie. Quand on le chauffe au chalumeau, la vapeur blanche qui s'en exhale s'attache au charbon en un enduit d'un jaune roussâtre, qui blanchit par le refroidissement. Dans cette mine, le bismuth est uni au soufre à l'état

métallique ; quelquefois il paraît que le bismuth contient du fer. C'est sans doute ce qui a fait admettre à Cronstedt une mine de bismuth et de fer minéralisé par le soufre en grosses écailles cunéiformes de Konisberg en Norwège.

10. *L'oxide de bismuth natif* : celui-ci, qui se rencontre souvent avec le bismuth natif, ou à la surface du sulfure de bismuth, est aussi quelquefois isolé et déposé ou disséminé sur des gangues pierreuses en effervescences granuleuses, d'un jaune verdâtre très-reconnaissable par sa nuance. M. Kirwan croit que cet oxide est uni à l'acide carbonique. Bergman le dit de couleur blanchâtre et très-peu abondant.

D. *Essais et métallurgie.*

11. L'essai des mines de bismuth est un des plus aisés et des plus simples : il consiste à mêler les mines pilées et lavées avec le huitième ou le quart de leur poids de flux réductif, à les mettre dans un creuset, brasqué, bien fermé, et à les fondre à une douce chaleur, et avec promptitude, afin d'éviter la volatilisation du métal. Cramer recommande sur-tout de faire cette opération dans des vaisseaux bien clos. On obtient un culot qu'on pèse exactement.

12. Bergman donne pour moyen docimastique des mines de bismuth, par la voie humide, leur dissolution dans l'acide nitrique : on précipite cette dissolution par l'eau, comme on le verra plus bas ; et si la mine de bismuth natif contient quelques métaux étrangers, ceux-ci restent dissous après la précipitation du premier. Le sulfure de bismuth se dissout aussi dans l'acide nitrique, à l'aide d'une légère ébullition ; le soufre s'en sépare à mesure que le métal oxidé passe dans l'acide ; on le lave, on s'assure de sa pureté en le voyant brûler sans résidu sur un charbon allumé, et on en détermine la quantité par le poids. Il en est de même de l'oxide de bismuth natif : l'acide nitrique le dissout ; on le précipite

par l'eau et le fer ou le cobalt : si la mine en contient, il reste en dissolution. Bergman avertit qu'en précipitant l'oxide de bismuth, dissous par l'acide nitrique, cent treize parties d'oxide séparé représentent exactement cent parties du métal enlevé à la mine. Le poids du précipité est égal à la partie dissoute, quand c'est un oxide natif qu'on essaie.

13. Le travail en grand, ou la métallurgie relative aux mines de bismuth, n'est pas plus difficile que leurs essais, en raison de la réduction et de la fusion faciles de ce métal. Communément, dans les lieux où les mines de bismuth sont abondantes, on fait une fosse peu profonde sur le sol voisin de l'extraction ; on couvre cette fosse de bûches placées près les unes des autres ; on les allume et on jette par-dessus la mine concassée. Le bismuth se grille, s'oxide, traverse les charbons, se réduit, se fond, coule, et se rassemble dans la fosse battue, où il forme un pain orbiculaire. C'est de là que viennent ces pains de bismuth convexes d'un côté, plats de l'autre, souvent cristallisés à cette dernière surface, que l'on voit pendus en *montres* dans les boutiques des droguistes.

14. Dans d'autres lieux on incline, sur un trou fait en terre, un tronc de pin fendu en deux et creusé en canal, sur lequel on met un lit de bois sec qu'on allume ; on jette la mine à travers ce brasier : le métal fondu coule le long du canal de pin jusque dans le trou ou la casse qui le rassemble ; on l'y puise fondu avec des cuillers de fer ; on le verse dans des moules de fer ou des lingotières, où il se fige. On voit par le court exposé de ce travail, le plus simple de tous ceux qui existent dans la métallurgie, que le bismuth ne doit pas être toujours parfaitement pur, et qu'il n'est pas étonnant qu'on y trouve souvent du soufre, qui s'en sépare pendant ses dissolutions.

E. *Oxidabilité par l'air.*

15. Le bismuth ne s'altère que très-légèrement à froid par le contact de l'air ; il perd seulement de son brillant, et se couvre d'une petite poussière d'un gris jaunâtre ; mais il brûle très-facilement et absorbe promptement l'oxigène atmosphérique, quand on le chauffe avec le contact de l'air. Pott a observé qu'en agitant sans cesse dans l'air, à l'aide d'un tuyau de pipe, de la poussière de bismuth exposé à un feu très-doux, dans un vase plat, il se réduisoit en un oxide gris jaunâtre, facile à vitrifier et à réduire par les corps combustibles. Il pénètre, en se vitrifiant, après son oxidation, les pores des coupelles ; et quelques auteurs ont proposé de le substituer au plomb pour la coupellation, comme s'oxidant et s'absorbant plus vîte que ce dernier ; mais on a observé qu'il sautillait, qu'il formait des espèces de champignons et de choux-fleurs, et qu'ainsi il pouvait faire perdre des métaux précieux, comme je le dirai ailleurs.

16. Lorsqu'on fond du bismuth en contact avec l'air, il se couvre promptement d'une pellicule irisée, qui, agitée en continuant à la chauffer, se change en une poudre ou oxide gris verdâtre, quelquefois brunâtre, qu'on a nommée cendre de bismuth. Il augmente environ d'un douzième de son poids dans cette opération. Si on continue à le remuer dans l'air en le chauffant, il devient d'un jaune tirant sur l'orange, et un peu plus pesant qu'il ne l'était. Le citoyen Guyton porte l'augmentation de poids du bismuth complétement oxidé, à 0,25 : ce qui me paraît trop fort. Geoffroy le fils a observé qu'en faisant rougir du bismuth fondu dans un creuset découvert, il s'enflammait avec une légère explosion, présentait une lumière bleuâtre, et qu'il s'élevait en même temps dans l'air une fumée jaunâtre, condensable en ce qu'on nommait alors improprement *fleurs de bismuth*, de la même couleur.

Cet oxide, qui à la fin devient assez semblable au *minium* ou oxide rouge de plomb, suivant le même chimiste, n'est point volatil, et ne s'élève en vapeur, dans l'opération citée, que par la déflagration qu'éprouve le bismuth enflammé.

17. Le citoyen Darcet ayant exposé du bismuth dans des boules de pâte de porcelaine crue, au feu du four qui cuit cette terre, a vu constamment ce métal couler au dehors par une crevasse du creuset, et enduire celui-ci, sur ses parties extérieures, d'un verre jaunâtre, tandis que la portion du métal oxidée et vitrifiée à l'intérieur était d'un violet sale. L'oxide de bismuth est donc susceptible de se vitrifier par lui-même en un verre d'une couleur jaune verdâtre. Le citoyen Guyton le range au cinquième rang d'oxidabilité. Au reste, cet oxide, qui ne se réduit pas par l'action du feu, repasse facilement à l'état métallique, et cède promptement son oxigène à beaucoup d'autres corps combustibles.

F. *Union avec les corps combustibles.*

18. On ne connaît point d'union entre l'azote, l'hidrogène, le carbone et le bismuth. Les deux derniers de ces combustibles ont, à chaud, une action sur ses oxides, et les réduisent aisément, en s'emparant de leur oxigène.

19. Il y a peu d'attraction entre le bismuth et le phosphore. Pelletier a essayé en vain de combiner ces deux corps, soit par leur fusion immédiate, soit en traitant le bismuth avec de l'acide phosphorique vitreux et du charbon, soit en substituant l'oxide au métal dans ce dernier mélange : tous les essais lui ont toujours offert un prompt dégagement du phosphore, et le bismuth rassemblé en culot sans altération et presque sans union avec le phosphore, puisqu'il n'a pu juger de la présence de celui-ci que par une légère flamme verdâtre qu'il exhalait en le chauffant fortement au chalumeau.

Son grain, sa couleur, et ses autres propriétés n'étaient pas changés. Il a estimé que le bismuth ne retenait pas plus de 0,04, et ses expériences même prouvent qu'il en a forcé la proportion. Il n'y a donc point de phosphure de bismuth.

20. Il n'en est pas de même du soufre ; il s'unit facilement avec le bismuth. Lorsqu'on chauffe parties égales de ces deux corps dans un creuset, on reconnaît que la fusion du métal est ralentie, qu'il faut employer pour le fondre beaucoup plus de chaleur que s'il était seul. On obtient, à un assez bon coup de feu, un sulfure noir ou gris noir brillant, susceptible de donner, par un refroidissement bien ménagé, de belles aiguilles cristallines, souvent nuancées des plus éclatantes couleurs bleues et rouges foncées, qui sont des prismes à quatre pans très-alongés. Cette cristallisation réussit en laissant refroidir et figer la surface du bismuth fondu, en perçant la croûte solide qui se forme à sa surface; et en faisant écouler la portion encore liquide, il reste une sorte de géode factice ou de cavité, tapissée des plus belles aiguilles, et qui, sciée sur sa longueur, présente une masse cristalline propre à placer dans les collections précieuses à côté des plus belles productions de l'art. Ce sulfure d'antimoine, beaucoup plus difficile à fondre que le bismuth, qui ne perd son soufre que par un long grillage, et dont on ne sépare même complétement le soufre que par l'action de l'acide nitrique, imite beaucoup le sulfure d'antimoine, dont on le distingue cependant par un examen attentif, parce qu'il ne tache pas les doigts comme lui, parce qu'il est un peu moins fusible, et parce que la vapeur qu'il donne au chalumeau prend une teinte roussâtre, au lieu que celle du sulfure d'antimoine reste blanche, comme on l'a déja dit dans le détail des mines de bismuth.

21. Le gaz hidrogène sulfuré colore la surface du bismuth et noircit fortement les oxides de bismuth, qu'il rapproche de l'état métallique en les portant à l'état de sulfure.

22. On allie facilement le bismuth à beaucoup de métaux;

mais il ne s'unit que difficilement au plus grand nombre de ceux qui ont déja été examinés. On ne connaît pas, à la vérité, sa combinaison avec le tungstène, le molybdène, le chrome, le titane et l'urane. On a mal décrit encore celle qu'il est susceptible de former avec l'arsenic. Wallerius a remarqué qu'on ne pouvait pas les unir par la fusion ; on sait que dans la fonte il se sépare du cobalt, au-dessus duquel il se rassemble ; qu'il s'unit cependant à ce métal à l'aide du nickel : son alliage avec ce dernier donne, suivant Cronstedt, un métal cassant, écailleux, micacé. Il ne paraît pas susceptible de s'allier au manganèse.

G. *Action de l'eau et des oxides.*

23. Le bismuth n'a aucune action sur l'eau ; son attraction pour l'oxigène est trop faible pour pouvoir l'enlever à l'hidrogène. On voit au contraire ce dernier principe enlever l'oxigène aux oxides de bismuth, les colorer et les faire repasser à l'état de bismuth. Il est vrai que l'hidrogène agit beaucoup plus fortement sur ces oxides, quand il tient du soufre, parce que celui-ci se porte sur le métal en même temps que l'hidrogène attire l'oxigène de l'oxide de bismuth. C'est à cette attraction double qu'est due la coloration en brun ou en noir, si prompte et si sensible, de l'oxide de bismuth blanc, par la vapeur des hidrosulfures ou des sulfures hidrogenés.

24. On s'attend bien qu'un métal si peu attirant l'oxigène, ou plutôt si peu adhérent à ce principe, ne l'enlèvera qu'à très-peu de substances métalliques ; aussi le bismuth n'agit-il pas sensiblement sur les oxides métalliques, si l'on en excepte ceux des métaux les moins combustibles avec lesquels il partage facilement l'oxigène qu'ils contiennent ; comme il paraît céder une partie du sien à d'autres oxides. On reconnaît ce fait dans les manufactures de porcelaine et dans la préparation des émaux, où l'on voit modifier souvent les couleurs par le

mélange de ces divers oxides ; modifications qui ne sont dues qu'à des partages d'oxigène entre les différens oxides qu'on mêle dans les vitrifications.

H. *Action des acides.*

25. Toutes les dissolutions de bismuth dans les acides, et même les sels cristallisés qu'on en obtient, se ressemblent, et diffèrent de toutes ou de presque toutes les autres dissolutions métalliques, ainsi que de tous leurs sels, en ce que l'eau en suffisante quantité les décompose, et en précipite un oxide de bismuth d'un blanc plus ou moins beau et éclatant. Ce phénomène annonce que le bismuth est fortement oxidé par l'action des acides, qu'il adhère peu à ces dissolvans, et qu'il forme avec eux des combinaisons très-peu permanentes ; mais il est très-remarquable en même temps que ce métal y soit plus oxidé que par le procédé d'oxidation ordinaire à l'aide du feu et de l'eau, et qu'il ait une couleur blanche, tandis que celui-ci, fait à la manière commune, n'a qu'une couleur grise sale ou jaunâtre. On retrouve ce phénomène dans plusieurs autres et même dans presque toutes les substances métalliques.

26. L'acide sulfurique concentré n'a aucune action à froid sur le bismuth ; mais ce métal décompose l'acide à la chaleur de l'ébullition ; et par le moyen de la distillation, il se dégage du gaz acide sulfureux ; le bismuth est oxidé et changé en poudre blanche. Si on le chauffe fortement, il se volatilise du soufre. Quand on lave cette masse avec de l'eau, le liquide emporte l'acide restant, et une petite quantité d'oxide de bismuth. La lessive donne de petits cristaux aiguillés et moux, par une évaporation ménagée : ce sulfate de bismuth se décompose par l'eau, qui en sépare un oxide blanc. La première partie de cet oxide, séparée de la masse par la première lessive, ne retient point sensiblement d'acide sulfurique, et se

réduit beaucoup plus difficilement que l'oxide fait par le feu et l'air.

27. L'acide sulfureux n'attaque point le bismuth ; il s'unit à son oxide et forme avec lui un sulfite blanc indissoluble dans l'eau, et même dans son acide, d'une saveur sulfureuse, fusible au chalumeau en une masse jaune rougeâtre, qui se réduit en globules métalliques sur le charbon, décomposables avec effervescence par l'acide sulfurique, donnant à la distillation de l'acide sulfureux, et laissant aussi un oxide blanc et pur.

28. L'acide nitrique présente une action très-vive sur le bismuth. Quand cet acide est un peu concentré, et le bismuth en poudre, la réaction entre les corps est si violente, l'effervescence, le boursouflement et le dégagement de gaz nitreux, ainsi que la formation de la vapeur nitreuse rutilante et épaisse que ce gaz forme dans l'air, sont si rapides et si actifs, que l'ensemble de ces phénomènes offre une image frappante d'une combustion à laquelle il ne manque que la flamme pour la rendre complète : aussi est-ce une véritable et très-forte combustion ; il y a une grande chaleur produite. Le bismuth est brûlé par la décomposition de l'acide en oxide blanc, qui, après l'action passée, lorsqu'on n'a mis que la quantité d'acide nécessaire à son oxidation, reste sec ; quelquefois dans cette opération, le métal s'enflamme et lance des étincelles. Quand on prend l'acide plus faible, il n'y a pas une action aussi violente ; l'oxide, à mesure qu'il se forme, se dissout dans l'acide. On remarque qu'il se détache du métal une poudre noire indissoluble, que Pott a regardée comme un oxide de bismuth, et que d'autres chimistes ont prise pour du soufre : on ne sait pas encore si ce n'est pas du charbon. La dissolution nitrique préparée ainsi, est sans couleur, et dépose des cristaux souvent sans évaporation. Ce sel a été indiqué en prismes tétraèdres, comprimés à sommets trièdres obtus : je l'ai obtenu en parallélipipèdes rhomboïdaux aplatis, semblables au cristal d'Islande, mais avec des angles beaucoup plus

ouverts. Le nitrate de bismuth détone faiblement, et avec de petites scintillations rougeâtres sur un charbon ardent ; il se fond, bouillonne, se boursoufle, exhale de la vapeur nitreuse, et laisse un oxide d'un jaune verdâtre, difficile à réduire. Il se dessèche à l'air sec, et s'humecte un peu dans l'air humide, en se couvrant d'une pellicule blanche et opaque. Dès qu'on le met en contact avec de l'eau, il la trouble, se décompose, précipite un oxide blanc, et ne donne que l'acide nitrique avec une très-petite quantité d'oxide. On fait cette décomposition avec la dissolution nitrique, que l'on verse peu à peu dans une grande quantité d'eau pour obtenir l'oxide que l'on nommait autrefois *magister de bismuth*, et que l'on nomme encore dans les boutiques *blanc de fard*, *blanc de perles*, parce que les femmes l'emploient pour se blanchir la peau. Pour avoir ce précipité très-blanc et très-divisé, afin qu'il soit d'une grande douceur, il est nécessaire de le préparer avec une grande quantité d'eau, de l'agiter long-temps, de le laver beaucoup, et de le faire sécher avec beaucoup de précaution, et dans des lieux où il n'y ait aucune vapeur combustible. Souvent il prend la forme lamelleuse et brillante comme une nacre légère, ou comme des écailles blanches de poisson. On en a au moins cent treize parties avec cent parties de bismuth employé ; et comme l'eau qui dissout l'acide retient encore une certaine quantité d'oxide que l'addition des alcalis en sépare, il faut ajouter un peu plus de poids dans l'augmentation que subit ce métal par son oxidation au moyen de l'acide, puisque Bergman ne la porte qu'à cent treize pour cent, en n'indiquant que l'oxide séparé par l'eau. L'oxide de bismuth ainsi obtenu a l'inconvénient, employé blanc sur la peau, de se colorer très-facilement en gris foncé, en brun, ou même en noir par le contact du gaz hidrogène sulfuré ou carboné, même de celui qui se dégage des œufs durcis et chauds, des latrines, des égoûts, de plusieurs légumes cuits.

29. L'acide muriatique agit difficilement sur le bismuth ; il

faut, pour favoriser son action, qu'il soit concentré et tenu long-temps en digestion ou même distillé sur ce métal réduit en poudre. Il s'exhale une odeur fétide pendant cette action; il est vraisemblable qu'elle est due à un gaz hidrogène particulier, quoiqu'on ne l'ait point encore reconnu par l'expérience, puisque le métal étant oxidé, comme on va le voir, et l'acide ne pouvant être décomposé, il n'y a que l'eau qui puisse lui fournir l'oxigène; et dans l'autre principe, l'hidrogène doit s'exhaler en même temps, en évaporant l'acide qui a été chauffé sur le bismuth, ou en lavant la masse qui reste après la distillation lente poussée à siccité; en évaporant cette solution, on a, quoique difficilement, de petites aiguilles de muriate de bismuth en petite quantité; car la plus grande partie de l'oxide de bismuth a été séparée par l'eau. Le muriate se sublime au feu en une matière épaisse, solide, fusible à un feu doux, qu'on nommait autrefois *beurre de bismuth;* il est déliquescent, décomposable par l'eau, qui en sépare un oxide blanc très-fin.

30. L'acide muriate oxigéné oxide avec beaucoup de promptitude et d'activité le bismuth, et forme, avec l'oxide qu'il produit, le même sel que le précédent. Si l'on jette du bismuth en poudre dans du gaz acide muriatique oxigéné, il s'enflamme et donne des étincelles blanches au moment même où il est en contact avec ce gaz. Le vaisseau où l'on fait cette expérience est ensuite tout couvert d'oxide de bismuth blanc. On ne connaît pas l'action de l'acide muriatique oxigéné sur l'oxide de bismuth; on ne sait pas si ces corps s'unissent, et s'il y a un muriate oxigéné de bismuth, et comment il différerait du muriate simple de ce métal. Cette recherche mériterait d'être faite.

31. On ignore également la nature et les propriétés des combinaisons des acides phosphorique, fluorique et boracique, ainsi que des acides métalliques avec l'oxide de bismuth: on n'a point apprécié non plus quelle est l'action de

ces acides sur le métal. On combine cependant son oxide avec la plupart de ces acides, en versant dans une dissolution de nitrate de bismuth les dissolutions des sels alcalins qu'ils forment. On a dans cette expérience des précipités blancs : on sait aussi qu'il existe un carbonate de bismuth, puisqu'en précipitant des dissolutions de bismuth dans les acides par des carbonates alcalins, on ne voit pas se dégager l'acide carbonique au moins tout entier, et puisque le précipité obtenu par ces sels pèse plus que ne devrait peser l'oxide de ce métal, s'il était pur.

32. Toutes les dissolutions de bismuth par les acides sont précipitées par les terres alcalines, les alcalis et les carbonates alcalins en blanc. Bergman dit que cent parties de bismuth dissoutes donnent par la soude cent vingt-cinq parties de précipité; par le carbonate de soude, cent trente; par le prussiate de potasse, cent quatre-vingt. Il faut ajouter à tous les faits déja indiqués, que ces dissolutions ne sont jamais saturées, mais toujours acides, quoiqu'il semble que l'oxide de bismuth soit lui-même dans un état approchant de l'acidité, sur-tout à raison de son peu d'adhérence pour ses dissolvans.

I. *Action sur les bases salifiables et sur les sels.*

33. L'oxide de bismuth s'unit par la fusion vitreuse avec la silice, qu'il colore en jaune verdâtre. Les terres alcalines n'ont aucune action sensible sur le métal. Pott assure que les alcalis fixes réduisent le bismuth en scories; mais il y a lieu de croire que cette scorification dépendait de l'air et des vaisseaux. L'ammoniaque n'agit pas sur le bismuth; on assure cependant qu'elle prend avec lui une couleur jaunâtre. Margraff dit que son oxide se dissout bien dans cet alcali volatil. L'union de l'oxide de bismuth avec les alcalis mérite d'être examinée par les chimistes, car elle promet des combinaisons où cet oxide pourrait jouer le rôle d'un acide.

34. Le bismuth n'altère en aucune manière les sulfates ni les sulfites ; il est brûlé et oxidé par les nitrates. Chauffé fortement et jeté dans un creuset rouge avec le nitrate de potasse, il détone faiblement sans inflammation rapide ou brillante ; il est réduit en oxide, dont une partie s'unit avec la potasse. Pott assure que le bismuth est oxidé, dissous et sublimé par le muriate de soude.

Ce métal n'agit pas sur le muriate d'ammoniaque, mais son oxide le décompose très-bien ; à froid, il commence à en dégager un peu d'ammoniaque par la simple trituration ; à chaud, il le décompose totalement, et il laisse un muriate de bismuth qui se sublime tout entier à un grand feu. Ici, il fait fonction d'alcali ou de base salifiable.

Le muriate suroxigéné de potasse brûle avec flamme, et oxide complétement et très-promptement le bismuth à l'aide de la chaleur ou du contact d'un corps enflammé. Un mélange d'une partie de ce métal en poudre fine et de trois parties de ce sel fulmine avec étincelle lorsqu'on le frappe sur une enclume avec un marteau.

Les phosphates et les phosphites, les fluates, les borates et les carbonates n'agissent point sur le bismuth. Ces sels, qui sont souvent nommés flux vitreux à cause de leur propriété de se vitrifier avec beaucoup de substances, se fondent en effet en verre avec l'oxide de bismuth qui les colore en jaune plus ou moins verdâtre suivant son état d'oxidation.

K. *Usages.*

35. Le bismuth qu'on a fort mal à propos comparé avec le plomb, puisqu'il diffère de ce métal par le plus grand nombre de ses propriétés, et puisque quelques points d'analogie forcée que Geoffroy le cadet y a trouvées, sont beaucoup plus rares que les caractères divers qu'il présente, est d'un usage assez fréquent sous sa forme métallique. On l'allie avec

plusieurs métaux moux pour leur donner de la dureté, de la roideur ou de la consistance ; il est sur-tout utile aux potiers d'étain et à tous ceux qui emploient des alliages blancs et durs. On croit communément qu'il agirait sur l'économie animale comme le plomb, quoiqu'aucune expérience décisive n'ait encore prononcé sur cette assertion. Dans cet état d'incertitude, et sur-tout dans cette défiance jetée par tous les hommes instruits qui ont parlé du bismuth, on ne doit se permettre qu'avec beaucoup de prudence et de réserve l'administration intérieure de ce métal.

36. L'utilité de ses oxides est assez grande. Il est employé sous cette forme par les fabricans de porcelaine pour la préparation de quelques émaux jaunes : on le mêle avec d'autres oxides pour nuancer les couleurs des couvertes et des peintures. On s'en sert quelquefois dans la fabrication des verres colorés, pour les teindre en jaune tirant sur le vert. Le blanc de fard est la préparation la plus commune de ce métal en oxide. Outre les inconvéniens dont j'ai parlé, et qui ne sont pas assez grands pour empêcher les femmes d'en faire usage, puisqu'on peut éviter le contact des vapeurs hidrogénées, un intérêt plus cher devrait les en détourner. L'oxide de bismuth gâte la peau, soit en bouchant ses pores, soit en resserrant et en irritant son tissu, soit en l'épaississant, le durcissant et le noircissant ; on s'en sert pour noircir les cheveux. Les Allemands emploient l'oxide blanc de bismuth, à la dose d'un demi-grain, comme antispasmodique et calmant dans les crampes d'estomach, sur-tout chez les femmes. M. Reil a donné des observations bien faites sur cette propriété de l'oxide de bismuth.

ARTICLE XII.

De l'antimoine.

A. *Histoire.*

1. Quoiqu'il y ait des raisons de croire que l'antimoine n'a pas été entièrement inconnu aux anciens, qui lui donnaient un autre nom et qui l'employaient dans quelques alliages, il est certain que sa distinction comme métal particulier, et l'examen un peu approfondi de ses propriétés, doivent être seulement rapportées à Basile Valentin, vers la fin du quinzième siècle. C'est dans un premier ouvrage *ex professo*, intitulé *Currus triomphalis antimonii*, que sont consignées beaucoup de découvertes sur cette substance métallique, et spécialement sur son sulfure ; car il faut remarquer que le nom d'antimoine a long-temps été donné à la combinaison sulfureuse de ce métal, qu'on a connue bien avant de savoir en extraire le métal lui-même. Kerkringius, dans le dix-septième siècle, a commenté le Traité de Basile Valentin ; et ses notes nombreuses contiennent sinon des détails, au moins les premières bases de presque toutes les découvertes que l'on a faites depuis sur cette substance.

2. Aucun corps n'a été plus étudié que celui-ci, aucun n'a été l'objet d'un plus grand nombre de travaux, et il n'en est pas sur lequel on ait tant écrit. On pourrait former, en quelque sorte, une bibliothèque des seuls traités dont il a été le sujet. Les alchimistes, qui l'ont regardé, dans tous les temps, comme la matière la plus appropriée au but de leurs recherches, ont fait des travaux immenses sur ce minéral, et l'ont, pour ainsi dire, tourmenté de toutes les manières ; d'un autre côté, il offrait de grands motifs d'espérance aux adeptes, et beaucoup d'entre eux y ont cherché la médecine

universelle. Il serait difficile de compter le nombre immense de préparations médicinales qu'on a faites avec la mine et le métal qui font le sujet de cet article. Tous les hommes qui se sont occupés de la chimie et de l'art de guérir, ont, pendant long-temps, eu des opinions exagérées à ce sujet. Les uns ne voulaient trouver de bons et de grands remèdes que dans les antimoniaux ; les autres n'y voyaient qu'un poison et pensaient qu'il fallait le bannir de la médecine. Il était difficile de rester indifférent sur un corps aussi important, et c'est à cela que sont dus la grande masse d'expériences et le grand nombre de dissertations faites sur l'antimoine.

3. Lémery est le premier chimiste qui, profitant de tous les travaux de ses prédécessurs et y ajoutant beaucoup des siens, ait commencé à écrire d'une manière correcte et raisonnable sur l'antimoine. Son Traité, publié à la fin du dix-septième siècle, contient une foule d'expériences curieuses et de procédés exacts sur l'antimoine et son sulfure. Mender en a fait aussi, dans une Monographie, une histoire très-complète. Manget a recueilli, dans sa Bibliothèque chimique, beaucoup d'ouvrages sur le sulfure de ce métal. Il existe plusieurs autres traités particuliers et monographiques sur ce corps, et il n'y a presque point eu de chimistes habiles qui n'aient fait quelques travaux particuliers, quelques découvertes, ou au moins quelques essais sur cette matière. Geoffroy a inséré dans les volumes de l'académie plusieurs mémoires qui y sont relatifs. Bergman a publié, en 1782, une Dissertation très-bien faite sur les combinaisons sulfureuses si variées de l'antimoine. Schéele, Macquer et Rouelle ont également donné différens procédés pour préparer des médicamens antimoniaux précieux. Un grand nombre de médecins a trouvé et vanté des recettes particulières dont ce métal et son sulfure faisaient la base : on peut en prendre une idée dans le Tableau de ces médicamens, publié à Londres, en 1773, par Guill. Saunders.

4. Il faut ajouter à ces immenses sources les innombrables

préparations antimoniées, décrites et célébrées, même depuis plus de quatre-vingts ans, dans les pharmacopées, les formulaires, les dispensaires, qui tous offrent quelques faits particuliers relatifs à son histoire chimique, et qui ont tous eu quelque influence sur la connaissance des propriétés de ce métal. S'il est impossible, fastidieux et inutile d'ailleurs de donner un état exact de toutes les découvertes contenues dans ces ouvrages presque innombrables, on peut être sûr au moins de ne rien oublier d'essentiel en disposant méthodiquement l'exposé des caractères chimiques de l'antimoine ; et d'ailleurs on verra que les milliers d'expériences et de recherches entreprises à son sujet se rapportent à un certain nombre de faits généraux ou de chefs, dont aucun ne sera négligé ni oublié dans cet article. La doctrine pneumatique, en expliquant avec une grande clarté et une extrême précision toutes les découvertes et toutes les préparations qui appartiennent à ce métal, a beaucoup contribué à simplifier son histoire ; et la nomenclature méthodique, en faisant connaître avec exactitude tous les composés divers auxquels il donne naissance, a dissipé l'obscurité que des noms barbares, mystérieux et ridicules avaient répandue sur cette partie de la chimie.

B. *Propriétés physiques.*

5. L'antimoine extrait de sa mine et bien pur, ou retiré de la terre, qui le présente souvent natif, comme on le verra bientôt, a des propriétés bien distinctes et bien caractérisées. Il est d'une couleur blanche, pure, brillante et assez semblable à celle de l'argent ou de l'étain ; son tissu lamelleux est manifestement composé de plaques qui semblent se couper dans tous les sens, et qui ont beaucoup embarrasé le citoyen Haüy dans sa dissection pour la détermination de sa forme. Il offre souvent, à la surface des pains orbiculaires, arrondis et convexes d'un côté, plats de l'autre qu'on voit dans les

boutiques, des traces de cristallisation très-sensibles qu'on a décrites comme des herborisations, des feuilles de fougère, des barbes de plumes, ou des rayons étoilés. Les alchimistes faisaient un plus grand cas de celui sur lequel ils voyaient ainsi briller cette étoile qu'ils croyaient être de bon augure pour leurs travaux. Sa pesanteur spécifique est de 6,702. Le citoyen Guyton lui donne le septième rang pour la dureté, et le place à côté du plomb; mais il est sensiblement plus dur que ce dernier et le raie facilement : il n'a point de ductilité et se brise facilement par le choc. On peut même le réduire en poudre fine qui est d'un gris blanc.

6. On n'a point déterminé, par rapport aux autres métaux, sa propriété conductrice du calorique, ni sa dilatabilité par cet agent, parce que, comme il n'est pas ductile, on n'a pas eu besoin de connaître cette propriété pour les arts. Il ne se fond que quand il est bien rouge, et il est rangé par les chimistes parmi les métaux de moyenne fusibilité. Le citoyen Guyton estime qu'une température de 345, à la graduation de Réaumur, suffit pour le fondre. Quand on continue à le chauffer après sa fusion dans des vaisseaux bien fermés, au moment où il est d'un rouge blanc, il s'élève en vapeur, se sublime et se condense dans le haut des creusets en lames brillantes et manifestement cristallisées. Si on le laisse refroidir lentement après l'avoir fait fondre, et si, en prenant la croûte solide qui se forme à sa surface, on fait écouler la portion encore liquide, on trouve la cavité intérieure laissée par cette décantation, tapissée de cristaux pyramidaux, de petits octaèdres, et de plusieurs autres formes secondaires manifestement formées par des octaèdres; lorsqu'il se fige tout entier sans qu'on en sépare une portion encore fluide, il présente dans ses fractures des lames larges qui se croisent dans plusieurs sens, et qui rendent, comme je l'ai déja dit, sa forme très-difficile à déterminer : c'est la structure la plus compliquée que le citoyen Haüy ait encore eu l'occasion

d'observer. Il a rencontré dans des masses d'antimoine épurées par plusieurs fusions répétées, en attaquant des joints très-sensibles, vingt directions différentes ; il a cependant reconnu que ce métal était divisible parallèlement aux faces d'un octaèdre régulier, et en même temps à celles d'un dodécaèdre rhomboïdal ; et il a trouvé, en choisissant l'hypothèse la plus probable de cette espèce de problème indéterminé, que l'octaèdre, composé d'un nombre infini de petits tétraèdes réguliers remis par leurs bords, dont chacun serait l'assemblage de six tétraèdres plus petits réunis par leurs faces, en donnant la forme primitive, expliquait le nombre presqu'infini de joints parallèles ; les uns aux faces des tétraèdres réguliers, les autres aux faces des tétraèdres composant ceux-ci, qu'on trouve dans la dissection de ce métal : de sorte qu'on arrive par cette dissection même au double résultat annoncé.

7. L'antimoine a une odeur et une saveur très-sensibles ; on s'en apperçoit lorsqu'on en a tenu et frotté pendant quelque temps des morceaux dans ses mains. C'est à ces propriétés que les médecins attribuent les effets très-marqués, comme purgatif et comme émétique, que ce métal produit dans l'économie animale. Quelques-uns cependant ont cru qu'il ne produisait ces effets que comme oxide, et lorsqu'il rencontrait des acides dans les premières voies.

C. *Histoire naturelle.*

8. L'antimoine n'a encore été trouvé dans la nature que sous quatre états différens : le premier est celui de métal natif ; le second, de sulfure d'antimoine ; le troisième, d'oxide d'antimoine hidrosulfuré, et le quatrième, de muriate d'antimoine.

9. *L'antimoine natif* a été trouvé pour la première fois, en 1748, à Sahlberg, en Suède, par Antoine Shwab ; Schreiber l'a découvert ensuite abondamment dans les mines d'Alle-

mont, dans le ci-devant Dauphiné, aujourd'hui département de l'Isère. Cet antimoine natif est très-reconnaissable par sa couleur, son brillant, ses grandes lames; quelquefois il est mêlé d'arsenic; mais il ne faut pas en faire une mine particulière comme l'ont fait quelques minéralogistes qui l'avaient désigné sous le nom de mine d'antimoine blanche ou arsenicale.

10. *Le sulfure d'antimoine* est d'une couleur grise métallique; il tache les doigts comme le crayon noir, mais son enduit est beaucoup plus brillant, et ne devient jamais terne par le frottement. Quand cette mine, très-abondante en France, en Hongrie, est bien cristallisée, elle présente des prismes carrés, légèrement rhomboïdaux, terminés par une pyramide à quatre faces, semblable à celle de l'octaèdre régulier. Ce cristal se divise très-nettement parallèlement aux deux arêtes les plus saillantes ou les plus aiguës du prisme; dans la pyramide, ses divisions se font parallèlement aux arêtes qui répondent aux bases du prisme; enfin on en voit, à la lumière d'une bougie, qui sont parallèles soit aux pans du prisme, soit à ses bases. Le citoyen Haüy n'a point encore trouvé de cristaux assez finis pour saisir la différence de quelques degrés nécessaires à la détermination de la forme primitive de ce sulfure. Il annonce seulement que la structure décrite semble indiquer une différence entre la forme trouvée jusqu'ici et celle du prisme rectangulaire, ou du cube, ou de l'octaèdre régulier, qui sont les formes les plus familières aux substances métalliques. Les minéralogistes ont beaucoup multiplié les variétés du sulfure d'antimoine, d'après l'arrangement, la séparation, la réunion, le volume, l'irrégularité même des prismes ou des aiguilles de cette mine: tels sont le sulfure d'antimoine *spéculaire*, le *strié*, l'*aiguillé*, l'*étoilé*, le *lamelleux*, le *chatoyant*, le *coloré*, le *massif*. Ils lui ont encore donné quelques noms d'autres mines, lorsqu'il se trouve contenir quelques métaux: et, en effet, on y trouve

quelquefois de l'argent et du fer, comme dans celui d'Himmelfurst, près Freyberg : d'autres morceaux sont plus ou moins chargés d'arsenic.

Il faut distinguer parmi ces variétés celle qui offre des faisceaux d'aiguilles très-déliées, formant le passage à une efflorescence capillaire, composée de fibres grises soyeuses et élastiques : c'est la mine d'antimoine en plumes grises, que le baron de Born rapporte, avec raison, au sulfure d'antimoine.

12. *L'oxide d'antimoine hidrosulfuré*, nommé *mine d'antimoine en plumes rouges*, ou *kermès* et *soufre doré* natifs, se trouve en filamens déliés luisans, d'un rouge foncé et sombre, disposés en rayons, partant d'un centre commun, ou en espèce de croûtes rouges, ternes, adhérentes à la surface et dans les cavités du sulfure d'antimoine; il varie par sa nuance quelquefois claire, mais le plus souvent rembrunie, et par sa forme cristalline ou massive, ou par son état grumeleux. On sait aujourd'hui que c'est une combinaison naturelle d'oxide d'antimoine, de soufre, et d'hidrogène sulfuré : il donne ce dernier corps en gaz avec effervescence et odeur fétide, quand on le traite par les acides; on le connaîtra mieux plus bas, lorsque j'exposerai sa préparation artificielle et ses propriétés.

13. *Le muriate d'antimoine.* Celui-ci a été pris quelque temps pour un oxide d'antimoine blanc; on le trouve à la surface des autres mines d'antimoine ou sur diverses gangues, sous deux formes différentes; ou en lames rectangulaires, d'un blanc brillant et nacré, divisibles dans un sens parallèle à leurs grandes lames, et ressemblant à la pierre nommée *stilbite*; ou en petites aiguilles divergentes, analogues, par leur aspect, à la *zéolite* radiée, ou à certaines *trémolites*. On la reconnaît sur-le-champ à sa propriété de se fondre lorsqu'on l'expose à la flamme d'une bougie, et de répandre une vapeur qui se condense et s'attache en poudre blanche à la cuiller qui le soutient. Cette mine est très-peu abondante, et ne se rencontre que rarement.

D. *Essais et métallurgie.*

14. Quoiqu'on n'ait pas communément intérêt de connaître dans les arts la quantité de métal contenu dans le sulfure d'antimoine, souvent cette connaissance est nécessaire en chimie et dans plusieurs ateliers des arts. On parvient à séparer le soufre et à obtenir le métal pur par deux procédés : l'un consiste à griller lentement la mine jusqu'à en dégager la plus grande quantité de soufre et à brûler à un feu léger le métal jusqu'à ce qu'il soit réduit en oxide gris, encore sulfuré, qui sera décrit plus bas; à mêler ensuite cet oxide avec son poids de flux noir et un peu de savon noir ou d'huile, et à le chauffer assez fortement dans un creuset jusqu'à ce que le métal soit bien fondu et rassemblé au fond de ce vaisseau. Le flux noir sert à réduire l'oxide par son charbon et à enlever le reste du soufre par son alcali. Dans le second procédé, plus expéditif et souvent plus sûr, on se sert du nitre, dont on proportionne la quantité à celle du soufre, afin de ne brûler que le soufre et de laisser le métal seul. Pour cela on prend huit parties de sulfure d'antimoine en poudre, six parties de tartre et trois parties de nitre. Ces trois matières, exactement mêlées et pulvérisées, sont projetées par cuillerées dans un grand creuset rouge environné de charbon allumé dans un fourneau qui donne un bon coup de feu. Il y a une vive détonation à chaque projection; le tartre forme, par sa demi-combustion à l'aide du nitre, du flux noir; et le soufre du sulfure d'antimoine étant brûlé, le métal se fond sans pouvoir s'oxider à cause du charbon du tartre dont il est enveloppé et de l'alcali liquide dont il est recouvert; la partie du soufre qui échappe à la combustion se combine avec l'alcali et forme des scories qui surnagent sur le métal. On coule le tout dans un cône de fer graissé et bien chaud, on agite, en frappant sur les côtés du cône, pour rassembler l'antimoine au fond de ce vase;

et quand il est bien refroidi, on le retire en culot ordinairement marqué à sa surface d'aiguilles disposées en étoile. Cette étoile provient de ce que le refroidissement commençant par les bords, la matière fluide est rejetée du centre à la circonférence. Au reste, cette cristallisation ne peut avoir lieu que dans les petits culots d'antimoine : dans les plus grandes masses, tels que les pains qu'on débite dans le commerce, la matière fluide, coulée dans des moules plats, éprouve une ondulation dans plusieurs parties à la fois et prend plusieurs centres de cristallisation : de sorte qu'au lieu d'une étoile, on trouve des impressions en feuilles de fougère. Réaumur a d'ailleurs fait voir qu'un refroidissement subit empêchait la cristallisation étoilée, et qu'on n'obtenait que la moitié de cette étoile en refroidissant brusquement un des côtés du cône. Quoique le sulfure d'antimoine contienne à peu près les trois quarts de son poids de métal, on ne l'obtient pas tout entier, parce qu'une partie reste en oxide combiné avec le soufre et l'alcali dans les scories. Aussi celles-ci sont-elles très-composées, puisqu'on y trouve, par une analyse exacte, du nitre conservé, du charbon, du sulfate de potasse, du sulfure de potasse hidrogéné, de l'oxide d'antimoine sulfuré et hidrogéné.

15. Bergman, dans sa Dissertation sur la docimasie humide, donne divers procédés pour essayer les différentes espèces de mines d'antimoine. Ce métal natif doit être, suivant lui, traité par l'acide nitrique ou plutôt nitreux concentré, et réduit en oxide dont le poids sert à déterminer sa quantité et sa pureté. Le sulfure essayé par l'acide nitro-muriatique donne le soufre séparé sur le filtre. Le métal oxidé et dissous dans l'acide mixte étant traité de nouveau par l'acide nitreux concentré qu'on fait bouillir, se dépose en oxide. Les mines d'antimoine qui contiennent de l'arsenic, offrent ce dernier séparé et font connaître sa proportion, en les faisant bouillir légèrement dans l'acide nitro-muriatique pour en réparer le soufre ; en traitant la dissolution qui tient l'antimoine et l'ar-

senic, par l'acide nitreux concentré qu'on fait bouillir : alors l'oxide d'antimoine se précipite seul et est recueilli sur un filtre ; en faisant évaporer la liqueur on obtient l'arsenic en état d'acide arsenique ; enfin le même chimiste recommande d'employer l'alcali fixe caustique, qui dissout, dit-il, le soufre et l'antimoine, et sépare l'argent ou les autres métaux qui n'y sont pas dissolubles. Ce dernier procédé convient dans le cas des mines d'antimoine mêlées d'autres substances métalliques.

16. Le travail en grand, ou la métallurgie des mines d'antimoine, n'a lieu que pour le sulfure de ce métal : ce n'est pas pour en obtenir le métal ; car cette extraction n'a lieu que dans des ateliers particuliers loin de ces mines, parce qu'en général on emploie plus abondamment et plus fréquemment le sulfure d'antimoine que son métal. Aussi le travail en grand ne consiste que dans la purification et une espèce d'affinage de cette mine, pour la séparer exactement de sa gangue et la fournir pure aux arts où elle est employée. A cet effet, on place un grand creuset ou pot de terre dans le sol, de manière que ses bords soient au niveau de ce dernier, un peu élevés au-dessus de lui : c'est une espèce de récipient ; sur le premier pot on en établit un second, percé à son fond, qui entre dans le haut du premier et le bouche assez exactement : ce creuset supérieur est, comme on voit, entièrement hors de terre ; on place dans ce dernier la mine à purifier, concassée en morceaux ; on le recouvre d'un couvercle ; on l'entoure de charbon et on allume le feu en commençant par le faire très-doux, et en l'augmentant peu à peu : le sulfure d'antimoine se fond, coule à travers les trous dont le creuset supérieur est percé, se rassemble dans le creuset enfoui, et s'y fige par le refroidissement. Il passe aussi quelques autres matières fusibles qui forment des scories au-dessus de la mine fondue. Ce sulfure est retiré ensuite en pains qui ont pris la figure du pot, et dont la masse, toute cristalline, est aiguillée dans l'intérieur. C'est dans cet état qu'on le débite dans le commerce.

Comme ce minéral, ainsi purifié, sert à faire un grand nombre de préparations chimiques et pharmaceutiques; comme il a été même employé à ces préparations beaucoup plus fréquemment que le métal, dans chacun des articles suivans, je traiterai par chacun des agens dont l'action y sera examinée, soit de l'antimoine, soit du sulfure d'antimoine, afin d'offrir une histoire plus complète et plus méthodique des propriétés de ce métal et de sa mine.

E. *Oxidabilité par l'air.*

17. L'antimoine est un des métaux les plus combustibles et qui s'unit le plus promptement comme le plus fortement à l'oxigène atmosphérique. A froid, il n'éprouve point d'altération sensible à l'air; mais lorsqu'on le tient fondu à son contact, il s'élève une fumée blanche qui se précipite bientôt à la surface du métal, ou s'attache au haut du creuset en s'y cristallisant sous la forme de longs prismes très-minces ou d'aiguilles blanches brillantes. On nommait autrefois cet oxide sublimé et cristallisé, *fleurs argentines*, ou *neige de régule d'antimoine*. Quand on veut en préparer une certaine quantité, on place obliquement un creuset rempli d'antimoine dans un bon fourneau, de manière que la bouche du creuset soit de niveau avec l'ouverture intérieure du foyer; on adapte un second creuset sur le premier, soutenu obliquement et un peu plus haut que celui-ci, de manière à servir de récipient dans cette espèce d'appareil sublimatoire. Ces deux vases qu'on lute avec un peu de terre à four ne sont point assez bien fermés pour que l'air ne pénètre pas dans leur intérieur. Le métal s'oxide, brûle avec assez de violence et en se volatilisant, de manière que son oxide reçu dans le creuset extérieur s'y condense, s'y cristallise et s'y attache en longues et belles aiguilles cristallines, d'un blanc brillant, d'une demi-transparence, comme vitreuse. Une partie de cet oxide est pulvé-

rulente ; on le détache en secouant légèrement le creuset qui le contient sur des papiers. On trouve que l'antimoine a augmenté par là de plus de 20 pour 100.

18. Si au lieu de traiter l'antimoine comme on vient de le dire, on le chauffe très-fortement et jusqu'à le faire rougir à blanc dans un creuset, et qu'ensuite on l'agite ou on le secoue avec le contact de l'air, il s'enflamme avec une espèce d'explosion, et il présente en brûlant une lumière blanche, en exhalant dans l'air l'oxide blanc qu'il a coutume de donner. On reconnaît aussi cette propriété en traitant en petit l'antimoine au chalumeau. Si, lorsqu'il est bien fondu sur un charbon et au moment où sa surface n'est recouverte par aucune molécule d'oxide, on le jette rapidement à terre, les globules dans lesquels ils se partage par sa chûte brûlent avec une flamme très-vive, et lancent de tous côtés des étincelles brillantes qui durent quelque temps : en examinant ensuite ces globules qui se sont enflammés en absorbant rapidement et en solidifiant fortement l'oxigène atmosphérique, on les trouve recouverts d'une poussière blanche ou ayant déposé un léger cercle de cet oxide sur le lieu où ils reposent et où ils se sont refroidis. Cette jolie expérience est due au citoyen Gillet, membre du conseil des mines.

19. L'oxide blanc obtenu par cette combustion lente ou rapide de l'antimoine, cristallisé ou pulvérulent, se rapproche d'une matière acide. Il est sapide, un peu dissoluble dans l'eau ; il s'unit aux alcalis ; il est facile à réduire par le charbon ; il est fixe au feu ; il se fond à une haute température en un verre de couleur hyacinthe claire. On s'en sert pour colorer les verres et les émaux en jaune orangé ou safran.

Le citoyen Thenars, dans ses recherches intéressantes sur les oxides d'antimoine, a reconnu que celui-ci retient 0.20 d'oxigène, qu'il se réduit facilement, même sans addition, et qu'en opérant dans un tube de porcelaine on peut en obtenir le métal par le feu ; que si on le chauffe doucement

et avec précaution dans un creuset, il passe, en se désoxidant successivement, d'abord à l'état d'oxide jaune très-fusible en verre, tenant 0.19 d'oxigène ; de là à l'oxide de couleur orangée, tenant 0.18 de ce principe ; puis à l'oxide brun maron, chargé de 0.16 d'oxigène ; enfin qu'il arrive à l'état d'oxide noir, tenant seulement 0.02 d'oxigène avant de redevenir métallique. Ces divers oxides sont très-importans à connaître à cause de leurs rapports avec plusieurs combinaisons antimoniées qui seront décrites plus bas.

20. Le sulfure d'antimoine, chauffé au chalumeau sur un charbon, se fond, coule, exhale une fumée blanche qui s'attache au charbon en une poudre de la même couleur, pénètre enfin son support, et disparaît en laissant un cercle blanc autour du lieu où il était reçu. Lorsqu'on expose ce sulfure en poudre fine à un feu doux, sur un plat de terre, de manière qu'il ait beaucoup de contact avec l'air, et si on l'agite souvent, il se change, après environ quinze ou dix-huit heures de feu, en une poudre grisâtre souvent mêlée de particules brillantes encore, et qui se prend facilement en grumeaux moux, quand on la chauffe un peu plus fortement. Cette poudre, nommée autrefois *chaux grise d'antimoine*, et aujourd'hui *oxide d'antimoine sulfuré gris*, est de l'antimoine oxidé qui a perdu la plus grande partie de son soufre. Le sulfure changé en cette espèce d'oxide est diminué de vingt-deux à vingt-trois parties sur cent. Bergman y admet, sur cent parties, environ cinq parties de soufre, en sorte que l'oxide d'antimoine sulfuré gris paraît être formé environ de 0.78 d'antimoine, 0.16 d'oxigène, et 0.06 de soufre. Cette oxidation et cette désulfuration du sulfure d'antimoine répand une odeur de soufre et élève dans l'air un peu d'antimoine oxidé ; lorsqu'on la fait en grande quantité, cette vapeur est nuisible, à moins que l'opération ne soit pratiquée sous une cheminée qui tire bien. Les anciens chimistes admettaient quelque chose d'arsenical dans le sulfure d'antimoine ; mais il produit cet effet par la propre nature de son oxide.

21. Quand on chauffe rapidement, et à l'aide d'un fort soufflet, l'oxide d'antimoine sulfuré gris, il se fond en quelques minutes en un beau verre transparent de couleur hyacinthe. C'est le verre d'antimoine des anciens chimistes, l'oxide sulfuré vitreux transparent de la nomenclature systématique. Il faut remarquer que si l'on a poussé l'oxidation et le grillage du sulfure jusqu'à faire disparaître tout point brillant, et jusqu'à le blanchir ou le rapprocher du blanc, on n'a qu'une scorie opaque; ce qui annonce que la présence de quelques centièmes de soufre est nécessaire à la préparation de ce verre. Aussi, pour lui donner sa transparence et sa beauté, suffit-il d'y ajouter quelque peu de soufre ou de sulfure d'antimoine, qui hâte même beaucoup la fusion. En traitant au contraire l'oxide d'antimoine sulfuré gris avec le double de son poids de flux noir, ou encore mieux un mélange d'une partie de flux blanc et d'une partie de tartre, dans un creuset, à un bon feu de quelques minutes, on obtient 0.78 ou 0.79 d'antimoine pur, et j'ai déja indiqué ce procédé dans la description des essais de cette mine.

22. Pour prouver par la synthèse la nature du verre d'antimoine, Bergman a combiné immédiatement de l'oxide d'antimoine avec du soufre, à la dose de huit parties du premier et d'une partie du second: en fondant ce mélange dans un creuset, à l'aide du soufflet, il a obtenu du véritable oxide d'antimoine sulfuré vitreux et transparent. Il a remarqué qu'en fondant pendant le même temps, environ sept minutes, deux parties d'oxide et une partie de soufre, le soufre s'est volatilisé, et qu'ainsi le soufre, fondu et sublimé à un grand feu, entraînait avec lui l'oxide d'antimoine; que quatre parties d'oxide avec une de soufre donnaient une masse noire et comme fibreuse, tandis que seize parties d'oxide et une de soufre fournissaient un verre verdâtre. Il ajoute, comme caractère du verre d'antimoine, que, traité par l'acide muriatique, il exhale du gaz hidrogène sulfuré. Il propose avec raison de

préparer, pour les usages pharmaceutiques, le verre d'antimoine, en unissant l'oxide d'antimoine avec le soufre dans la première proportion indiquée ici, afin d'avoir cette préparation constante. Il a pris pour ses expériences l'oxide d'antimoine fait par le nitre ; mais on doit remarquer que celui qui est le produit de l'oxidation à l'air se comporte, à très-peu de chose près, de même que le premier.

E. *Union avec les combustibles.*

23. On ne sait point s'il y a une combinaison entre l'antimoine, l'azote, l'hidrogène et le carbone, qui, parmi les corps combustibles, ne montrent jusqu'ici que très-peu d'action sur la plupart des substances métalliques. Le carbone agit avec beaucoup d'énergie sur l'oxide d'antimoine, lui enlève à la chaleur rouge son oxigène, et le réduit. Les corps hidrogénés composés, ou les matières hidrogènes carbonées, les huiles, les résines, les graisses, produisent le même effet sur cet oxide, à une très-haute température, et le font repasser à l'état métallique. Mais cette opération a toujours passé pour être difficile. On a dit qu'elle ne réussissait qu'en partie, qu'on n'obtenait que peu d'antimoine bien réduit. En effet, la masse, après avoir été fortement chauffée, reste souvent en scorie noire, spongieuse, boursouflée, et cette scorie est ordinairement pyrophorique ; elle s'enflamme et brûle avec promptitude, en s'élançant comme une gerbe d'artifice hors du creuset, lorsqu'on remue la matière contenue dans ce vaisseau avec une baguette de fer. Cependant les expériences du citoyen Thenars ont rendu ces phénomènes assez faciles à concevoir : il paraît que le charbon s'oppose à la fusion de l'antimoine, que son oxide blanc repasse à l'état d'oxide noir, et reste à cet état sous forme légère et scorifiée, dans laquelle il est ordinairement pyrophorique.

24. L'antimoine s'unit assez bien au phosphore. Pelletier,

qui s'est le premier occupé de la préparation et des propriétés des phosphures métalliques, a formé celui d'antimoine de trois manières, soit en chauffant une partie d'acide phosphorique vitreux avec une partie d'antimoine et un huitième de charbon, soit en faisant fondre parties égales de cet acide vitrifié et d'antimoine en poudre sans charbon, soit en jetant du phosphore sur le métal en fusion dans un creuset. Le second de ces procédés prouve que l'antimoine rouge a plus d'attraction pour l'oxigène que n'en a le phosphore, puisque le phosphore d'antimoine qui se forme dans ce cas ne peut avoir lieu sans que le verre acide ne soit décomposé et débrûlé par le métal. Par l'un ou l'autre de ces trois moyens, Pelletier a obtenu un phosphure brillant métallique, fragile, d'une cassure lamelleuse à petites facettes carrées, semblable et égale dans les trois procédés. Ce phosphure, mis sur un charbon bien allumé, se fond, donne une petite flamme verte, et exhale de l'oxide d'antimoine blanc. Pelletier observe que cette combinaison phosphorée ressemble à celle de l'arsenic avec le même métal, par la forme de ses petites facettes. Il paraît qu'elle est plus fusible que l'antimoine. Cette combinaison, comme toutes celles des métaux avec le phosphore, n'a été encore qu'ébauchée ou très-légèrement examinée, et elle mérite toute l'attention des chimistes.

25. L'antimoine se combine facilement avec le soufre, et forme, par cette union artificielle, un sulfure d'antimoine parfaitement semblable à celui de la nature. En fondant le mélange, on s'apperçoit qu'il est beaucoup plus fusible que le métal lui-même; que celui-ci n'absorbe qu'un peu plus du quart de son poids de soufre; qu'il prend la forme prismatique ou aiguillée et la couleur grise brillante, au lieu du tissu lamelleux et de la couleur blanche qu'il avait. On peut faire cristalliser ce sulfure d'antimoine artificiel comme le naturel, en le faisant refroidir lentement, et en séparant la portion encore liquide : il se comporte, au reste, dans toutes

les expériences, comme le sulfure d'antimoine natif, et pourrait être employé et préparé pour les mêmes usages, si la nature ne le donnait pas en grande abondance.

26. L'antimoine s'allie facilement à beaucoup de substances métalliques. En général ses alliages sont lamelleux et fragiles. On connaît seulement, parmi les métaux qui ont été examinés jusqu'ici, l'union de l'antimoine avec l'arsenic et le bismuth. On sait que ces alliages sont à petites facettes, très-aigres, très-durs et faciles à fondre. On n'a point examiné ceux qu'il forme avec le tungstène, le molybdène, le titane, l'urane, le nickel, le cobalt et le manganèse. Ces métaux sont, pour la plupart, trop peu examinés encore, pour qu'on ait pu déterminer avec précision leurs combinaisons entre eux, ou avec d'autres substances métalliques.

27. On n'a point non plus apprécié encore l'action que plusieurs corps combustibles, sur-tout l'hidrogène, le carbone et le phosphore, exercent sur le sulfure d'antimoine. Le soufre ne peut pas s'y unir, parce que le métal en est déja saturé dans cette combinaison. Cependant on verra plus bas qu'en y ajoutant du soufre dans quelques combinaisons, on modifie singulièrement les propriétés des composés qui en résultent. Plusieurs métaux, parmi ceux qui restent à examiner, ont la propriété d'enlever à chaud le soufre à l'antimoine, et de décomposer son sulfure, comme on le dira dans l'histoire de ces métaux. Les alchimistes se servaient beaucoup autrefois de cette propriété, et avaient une grande confiance dans ce qu'ils nommaient le *régule*, ou l'antimoine allié provenant de cette opération.

28. Il a été déja prouvé plus haut (n°. 22), d'après les expériences de Bergman, que l'oxide d'antimoine, chauffé et fondu avec le soufre, formait des composés vitreux de couleur plus ou moins hyacinthe, qui imitent le verre d'antimoine. On ajoutera ici que, dans les combinaisons, il se produit de l'hidrogène sulfuré qui s'unit à l'oxide et au soufre,

de manière que ces composés sont des hidrosulfures ou des sulfures hidrosulfurés. Cela vient ou de ce que l'oxide que Bergman conseille de prendre retient un peu d'eau, car il le recommande bien lavé, et on verra pourquoi par la suite; ou de ce que la combinaison absorbe de l'eau atmosphérique et la décompose : ce dernier fait annonce que l'oxide d'antimoine agit ici à la manière des alcalis. Le chimiste suédois fait observer que le verre-d'antimoine préparé ainsi par la fonte, donne du gaz hidrogène sulfuré quand on le traite par l'acide muriatique; tandis qu'un simple mélange non fondu, mais seulement trituré d'oxide d'antimoine et de soufre, ne fournit pas de gaz par l'action de cet acide. L'union entre les deux corps, opérée par la fonte, est donc nécessaire pour la décomposition de l'eau.

29. On a vu encore (n°. 22) que, suivant les proportions d'oxide d'antimoine et de soufre que l'on combine par la fonte, on a des composés différens. Je dois ajouter ici, d'après Bergman, expérience 36 de sa Dissertation sur les antimoniaux sulfurés, qu'en faisant chauffer dans un creuset un mélange de parties égales d'oxide d'antimoine retenant un peu d'eau d'après sa méthode de préparation, et de soufre, à un feu doux et ménagé seulement nécessaire pour faire fondre ou ramollir légèrement la masse mélangée, on obtient un composé brun analogue à la préparation connue sous le nom de *kermès minéral*, dont je parlerai plus bas. Ici, plus encore que dans la composition artificielle du *verre d'antimoine* dont il a été parlé n°s. 22 et 28, il se forme de l'hidrogène sulfuré qui entre dans la combinaison; car le kermès contient plus de ce corps que le verre d'antimoine. Par les développemens qui seront donnés, ce simple énoncé sera bientôt éclairci.

30. On opère une combinaison très-analogue à ces hidrosulfures d'antimoine par un procédé qui avait échappé à la sagacité de Bergman, et dont le citoyen Berthollet a depuis

peu tiré un grand parti, quoiqu'il n'eût encore été vu et indiqué que vaguement par la plupart des chimistes. Toutes les fois qu'on traite de l'oxide d'antimoine par un sulfure alcalin, ou par un hidrosulfure tel que de l'eau chargée d'hidrogène sulfuré, cet oxide s'unit à ce dernier, et en même temps à une plus ou moins grande quantité de soufre, de manière à former des composés plus ou moins orangés ou bruns, dont l'oxide antimonié et l'hidrogène sulfuré sont les élémens communs, mais qui varient entre eux par un très-grand nombre de proportions, suivies de nuances très-diversifiées dans toutes leurs propriétés. Comme il sera question de ces composés, plus en détail, à l'article du traitement de l'antimoine et de son sulfure par les alcalis et le nitre, je ne fais qu'indiquer ici l'existence de ces composés, et leur formation par l'union immédiate de l'hidrogène sulfuré et des sulfures hidrogénés avec l'oxide d'antimoine.

G. *Action sur l'eau et sur les oxides.*

31. On n'a point encore convenablement examiné l'action réciproque de l'eau et de l'antimoine : à froid ces deux corps n'ont pas d'effet sensible l'un sur l'autre ; mais il n'en est pas de même lorsque l'antimoine est rouge et fondu. Il n'y a pas lieu de douter que dans ce cas le métal ne décompose l'eau ; on n'a pas pu faire cette expérience immédiatement, parce qu'elle est accompagnée d'une détonation et d'une fulmination très-dangereuses. Les chimistes ont un assez grand nombre d'occasions d'observer cette fulguration, qui a lieu toutes les fois que l'antimoine fondu est en contact avec l'eau : dans deux de ces accidens qui ont menacé tous deux de tuer ou de blesser grièvement les travailleurs, j'ai remarqué une flamme blanche très-éclatante. Je ne doute donc pas que l'eau, à une haute température, ne soit décomposée par l'antimoine, que celui-ci ne brûle par l'oxigène qu'il lui enlève ; et l'on verra bientôt que cette même décom-

position a lieu à froid ou à une légère chaleur, dans une foule de circonstances où l'antimoine est aidé par l'addition de plusieurs autres corps différens.

32. Quoiqu'on n'ait pas étudié encore l'action du sulfure d'antimoine sur l'eau, beaucoup de faits se réunissent pour prouver qu'il en a une plus ou moins marquée sur ce liquide, et qu'il lui enlève son oxigène, même à des températures assez basses, pourvu qu'il soit aidé par l'action simultanée des acides ou des alcalis. C'est cette action dont la connaissance manquait malheureusement à Schéele et à Bergman, qui leur aurait fait trouver de bien plus grandes choses encore que celles que l'on doit à leur génie, et qui rend, comme on le verra dans les numéros suivans, beaucoup plus facile et beaucoup plus simple l'intelligence comme l'explication de plusieurs phénomènes qu'ils ont vus et décrits sur les préparations antimoniées, sans qu'ils aient pu même en soupçonner la cause.

33. L'oxide d'antimoine, saturé d'oxigène, cristallisé en aiguilles dans sa sublimation, et qui a été décrite ci-dessus (n°. 17), est dissoluble dans l'eau, suivant l'observation déja ancienne de Rouelle l'aîné, à laquelle les chimistes n'ont point encore fait toute l'attention qu'elle mérite. Quoiqu'on ait peu examiné et les proportions et sur-tout les propriétés de cette dissolution, on en sait cependant assez déja sur ce qui la concerne, pour voir que, par cette dissolubilité, l'oxide d'antimoine se rapproche de la nature acide. En effet, cette dissolution s'unit bien aux alcalis, précipite l'eau chargée d'hidrogène sulfuré en poudre orangée. L'oxide d'antimoine agit comme émétique sur l'économie animale.

34. L'antimoine, que les faits déja cités jusqu'ici rangent parmi les métaux qui absorbent le plus facilement l'oxigène et qui y adhèrent assez fortement, doit par cela même avoir une action marquée sur plusieurs oxides : et quoiqu'on ne l'ait point encore, à beaucoup près, soumis à toutes les expériences capables de faire bien connaître cette action, ce

qu'on en sait suffit pour faire apprécier au moins combien il est important de la déterminer avec plus de soin qu'on ne l'a fait. L'antimoine enlève à chaud, complétement ou en partie, l'oxigène à l'argent, à l'or, au mercure, au cuivre, au plomb, au fer : il est vrai que, relativement aux trois derniers, il ne leur prend que la portion la moins adhérente et la dernière ajoutée de ce principe. C'est ainsi qu'il paraît agir sur les acides métalliques qu'il est susceptible de désacidifier, quoiqu'il soit incapable de priver leurs radicaux métalliques de la première portion d'oxigène qui les met à l'état d'oxides.

35. On n'a point apprécié encore avec exactitude l'action du sulfure d'antimoine sur les oxides métalliques ; mais l'énergie avec laquelle ce combustible binaire se porte sur l'oxigène, et la propriété qui y a déja été reconnue (n°. 32.) de décomposer l'eau, prouvent assez que ce sulfure est capable de prendre ce principe à une partie de ces oxides, ou de leur en enlever la dernière portion ajoutée, comme moins adhérente. Plusieurs des composés imaginés par les alchimistes pourraient servir à le prouver, s'il en était besoin.

H. *Action des acides.*

36. L'acide sulfurique froid n'éprouve aucune altération de la part de l'antimoine, et ne lui en fait éprouver aucune. Lorsqu'on le fait bouillir sur ce métal, il se dégage avec effervescence du gaz acide sulfureux, et si l'on pousse les matières à siccité dans une cornue, il se sublime du soufre : alors il reste de l'oxide d'antimoine blanc dans le vase. Si on ne pousse pas la chaleur jusqu'à dessiccation, on a une masse blanche, molle et humide dans la cornue ; en lavant cette masse avec de l'eau, celle-ci emporte l'acide uni à une petite portion d'antimoine et laisse beaucoup d'oxide blanc indissous ; une grande quantité d'eau ajoutée à cette dissolution en précipite aussi le peu d'oxide qu'elle contient :

en la faisant évaporer elle se trouble sans donner de véritable sel cristallisé. Les terres et les alcalis le décomposent et en précipitent un oxide blanc, qui est difficile à réduire à l'aide du charbon, suivant la plupart des chimistes. Il n'y a donc pas de véritable sulfate d'antimoine, et le métal très-oxidable par l'acide sulfurique bouillant n'est point dissoluble par cet acide, de sorte qu'il se comporte comme s'il prenait lui-même le caractère d'acide.

37. Le sulfure d'antimoine est à peine attaqué par l'acide sulfurique; lorsque cet acide est bouillant, il fait effervescence avec ce minéral; il se dégage beaucoup de gaz acide sulfureux et point de gaz hidrogène sulfuré; il n'y a pas plus d'oxide d'antimoine en dissolution que dans le cas précédent; le soufre mêlé à l'oxide d'antimoine reste au fond du liquide : ainsi ce ne peut pas être là un procédé propre à analyser le sulfure d'antimoine, et à séparer le soufre du métal. L'oxide d'antimoine par le feu, l'oxide sulfuré gris, et le verre d'antimoine sont à peine attaqués par l'acide sulfurique. En le faisant bouillir sur les oxides hidrosulfurés colorés dont il est parlé aux numéros 22, 28, 29 et 30, il dégage un peu de gaz hidrogène sulfuré sans prendre l'oxide et le séparer vraiment du soufre.

38. L'acide sulfureux n'a d'action à froid ni sur l'antimoine, ni sur le sulfure d'antimoine; à chaud il paraît que cet acide est décomposé, que le métal est oxidé et qu'il se forme un sulfite d'antimoine sulfuré. L'acide sulfureux enlève l'oxide d'antimoine à plusieurs de ses dissolutions, et sur-tout à celle par l'acide muriatique; il y forme un précipité blanc, d'une saveur âcre et austère, un véritable sulfite d'antimoine indissoluble, volatil et décomposable par l'action du feu, fusible avant sa décomposition en une masse grise cristallisable à sa surface creuse dans son intérieur et tapissée de petits cristaux, réductible par le charbon, dont l'acide sulfurique chasse le sulfureux, et qui, dans des vaisseaux fermés,

donne par la distillation un peu d'acide sulfureux, puis de l'acide sulfurique, en laissant pour résidu une matière d'un rouge brun, dissoluble dans l'alcali fixe, et précipitable en oxide d'antimoine hidrosulfuré par l'acide muriatique.

39. L'acide nitrique, et sur-tout celui qui contient un peu de gaz nitreux, est rapidement décomposé par l'antimoine, même à froid. Il se produit pendant l'action une grande quantité de gaz nitreux; une vapeur rouge très-forte l'accompagne; la rapidité de l'oxidation de l'antimoine, qui se change sur-le-champ en un oxide blanc, représente l'idée d'une combustion véritable. Aussi y a-t-il quelquefois inflammation. Non seulement l'acide nitrique est décomposé dans cette expérience, mais l'eau elle-même l'est en partie: tant est grande l'attraction que l'antimoine exerce dans ce cas sur l'oxigène; l'union de l'azote du premier avec l'hidrogène du second de ces corps produit de l'ammoniaque qui se combine avec l'acide nitrique, et forme du nitrate d'ammoniaque que l'on a pris pour une portion d'oxide uni à l'acide. Quand on traite la masse blanche et épaisse ou même sèche qui résulte de cette action, avec la chaux vive ou les alcalis fixes caustiques, on dégage de l'ammoniaque. Il n'y a point de combinaison entre l'oxide d'antimoine et la portion de l'acide nitrique non décomposée, quand il reste de celui-ci. S'il y a un peu de cet oxide dissous dans l'acide, l'eau le précipite; on dirait que l'antimoine a passé à l'état d'acide, à voir le peu d'adhérence qu'il contracte avec l'acide nitrique. L'oxide fait par ce procédé a passé pour être extrêmement difficile à réduire; on n'en extrait le métal qu'avec une très-grande peine. On le regarde avec raison comme un des plus réfractaires et des plus irréductibles oxides qui existent. Le citoyen Thenars, en l'examinant comparativement à quelques autres oxides blancs, y a trouvé 0,30 d'oxigène; il se rapproche de celui qui est produit par le nitre: il l'a reconnu en effet pour être difficile à réduire; mais il y est

parvenu assez facilement en le chauffant avec un peu d'antimoine pour lui enlever son oxigène : par ce moyen il l'a fait repasser successivement par les couleurs jaune, orangée et brune, qui indiquent, comme je l'ai déja dit relativement à celui qui est fait par le feu et qui contient 0.20 d'oxigène, les décroissemens progressifs de son oxidation.

40. Le sulfure d'antimoine est aussi attaqué avec violence, comme on a coutume de le dire, par l'acide nitrique, surtout lorsqu'on aide son action par le calorique ; le métal est oxidé et il n'en reste pas dans l'acide ; le mélange s'échauffe beaucoup ; il se dégage beaucoup de gaz nitreux, point de gaz hidrogène sulfuré ; le soufre séparé se trouve confondu avec l'oxide d'antimoine au fond de la liqueur : et l'on voit d'après cela que l'acide nitrique ne peut pas servir dans l'état concentré, sur-tout à faire l'essai du sulfure d'antimoine.

41. Cet acide n'a aucune action sur l'oxide d'antimoine ; il n'est pas invraisemblable qu'il puisse être dissous par l'acide nitreux, à cause de la propriété dont jouit celui-ci, d'absorber une certaine portion d'oxigène à beaucoup d'oxides métalliques. Mais on n'a point essayé de faire cette expérience. On ne connaît pas bien non plus la manière dont l'acide nitrique et l'acide nitreux agissent sur les oxides sulfurés d'antimoine, ou sur les hidrosulfures d'antimoine. On sait seulement que l'hidrogène sulfuré n'est pas dégagé par l'acide nitreux, mais brûlé.

42. L'acide muriatique paraît être celui de tous qui agit le plus difficilement sur l'antimoine. Les chimistes qui se sont spécialement occupés de la dissolution des métaux ont dit que ce métal se dissolvait par une longue digestion, ou par distillation dans l'acide muriatique. J'ai observé qu'en laissant long-temps cet acide sur de l'antimoine en poudre, il agissait à la longue sur ce métal et en dissolvait une quantité assez grande en prenant une couleur un peu jaunâtre. Cette dissolution ne peut avoir lieu que lorsque le métal est oxidé,

et son oxidation ne peut provenir, dans le cas cité, que de la décomposition de l'eau ; cependant je n'ai pas remarqué d'effervescence, ou elle a été si faible et à des intervalles si éloignés, que je n'ai pas pu m'en appercevoir. L'oxide d'antimoine blanc se dissout mieux dans cet acide, et forme une dissolution sans couleur, qui jouit de quelques propriétés différentes de celles de la précédente : l'une donne par l'évaporation de petits cristaux en aiguilles déliquescentes qui se volatilisent au feu, qui se précipitent et se décomposent par le contact de l'eau ; celle de l'oxide, suivant le citoyen Monnet, est fixe au feu, et cristallise en lames brillantes comme l'acide boracique ; d'ailleurs elle est décomposable par l'eau. Cette différence mériterait d'être confirmée par de nouvelles observations. Bergman assure que l'acide muriatique a plus d'attraction pour l'oxide d'antimoine que les autres acides : ce qui est en effet prouvé par la dissolution qu'il en opère ; tandis que les précédens oxident l'antimoine sans le dissoudre ou l'abandonnent très-promptement.

43. L'acide muriatique dissout mieux le sulfure d'antimoine, puisqu'il n'a pas besoin pour cela du secours de la chaleur. Il se dégage pendant cette dissolution une forte odeur de gaz hidrogène sulfuré. Quand on chauffe le mélange, tout le métal se dissout. Suivant Bergman, on tire d'un quintal docimastique de sulfure d'antimoine traité par l'acide muriatique, environ onze pouces cubiques de gaz hidrogène sulfuré ; encore s'en arrête-t-il un peu dans l'eau que ce gaz traverse. La même quantité de sulfure d'antimoine ne donne que deux pouces de ce gaz, lorsqu'on le traite à froid par l'acide muriatique. Ce célèbre chimiste fait observer que le gaz entraîne avec lui et dépose dans le tube de verre qui le conduit un peu de kermès ou d'hidrosulfure d'oxide d'antimoine rouge, qui prouve que l'eau est décomposée : car le kermès contient l'antimoine à l'état d'oxide brun, et de plus de l'hidrogène sulfuré. L'oxide d'antimoine hidrosulfuré vitreux ou le

verre d'antimoine est également dissous dans l'acide muriatique, avec dégagement de gaz hidrogène sulfuré. Il faut observer cependant ici que ce dernier composé, qu'on obtient en fondant de l'oxide d'antimoine avec un huitième de son poids de soufre, pourrait bien n'être qu'un simple oxide sulfuré, et non un hidrosulfure, comme on le voit pour les sulfures alcalins : et comme ceux-ci forment tout à coup des sulfures hidrogénés par le contact de l'eau et de l'acide muriatique liquide, il pourrait bien se faire que l'oxide d'antimoine sulfuré ne contînt pas d'hidrogène sulfuré, et que celui-ci ne se formât qu'au moment même du contact de l'acide muriatique et par la décomposition de l'eau. Telle pourrait bien être la différence entre le *verre d'antimoine* et le *kermès minéral.*

44. L'acide muriatique oxigéné brûle et enflamme avec rapidité l'antimoine, lorsqu'on jette ce métal en poudre dans l'acide gazeux; à mesure que la poussière métallique touche ce gaz, chaque parcelle s'allume et brûle avec une flamme blanche très-brillante, qui forme des étincelles. Le métal tombe en oxide au fond du vase. Dans l'acide oxigéné liquide, l'antimoine est converti en une poudre blanche, dont une très-petite partie seulement reste en dissolution dans l'acide muriatique, en raison de la grande quantité d'eau que contient cet acide oxigéné liquide, qui, comme on se le rappelle, est très-peu dissoluble. Il en est de même du sulfure d'antimoine, de l'oxide gris sulfuré, et de l'oxide sulfuré d'antimoine vitreux; ces trois antimoniaux sulfurés, jetés dans du gaz acide muriatique oxigéné, brûlent avec une flamme bleue, parce que c'est leur soufre seulement qui s'enflamme : et comme il passe par là à l'état d'acide sulfurique, je conseille de traiter ces corps par l'acide muriatique oxigéné liquide pour en faire l'analyse, de reconnaître la quantité de soufre par celle de l'acide sulfurique formé, qu'on détermine à l'aide du muriate de barite; et celle du métal ou de l'oxide par le

poids du premier précipité ou dépôt blanc, qui se sépare dans cette expérience. Cette méthode aura, il est vrai, l'inconvénient léger de donner un oxide plus chargé d'oxigène qu'il ne l'était dans les antimoniaux sulfurés ; mais c'est une bien petite erreur : elle n'exige qu'une soustraction de 0.02 à 0.04 d'oxigène du précipité obtenu.

45. L'acide nitro-muriatique est regardé depuis long-temps comme le meilleur dissolvant de l'antimoine ; et en effet il l'oxide et le dissout sans le réduire en oxide blanc pulvérulent et insoluble comme la plupart des précédens. Cette dissolution nitro-muriatique est plus permanente que la leur. Cependant elle est aussi décomposable par l'eau, et donne de l'oxide d'antimoine blanc. Il n'y a pas de prétendu nitro-muriate d'antimoine, comme l'ont voulu quelques auteurs, mais du muriate d'antimoine, dans cette dissolution. Ce sel liquide, le seul permanent, où l'oxide d'antimoine reste uni à un acide, donne, lorsqu'on y plonge du fer ou du zinc, un précipité noirâtre, une espèce d'oxide d'antimoine contenant 0,02 d'oxigène, qui, suivant la remarque du citoyen Thenars, devient pyrophorique et s'enflamme spontanément dans l'air, lorsqu'on le dessèche à une chaleur douce.

46. Le sulfure d'antimoine est très-bien et très-exactement décomposé dans un mélange de trois parties d'acide muriatique et d'une partie d'acide nitrique. Le métal est complétement dissous et le soufre reste seul, pourvu qu'on emploie suffisante quantité du dissolvant, et qu'on le fasse légèrement bouillir sur la fin. Lorsque l'action de celui-ci est terminée, on obtient 0.26 de soufre pur ; il se dégage pendant la dissolution une forte odeur de gaz hidrogène sulfuré ; et cependant, suivant la remarque de Bergman, qui donne ce procédé comme moyen d'essai du sulfure d'antimoine, on retire moins de ce gaz par l'acide nitro-muratique que par le muriatique : cela dépend manifestement de ce que l'acide nitrique le décompose et le brûle.

47. Le même acide mixte attaque facilement les oxides sul-

furés et les oxides hidrosulfurés, en dissout l'oxide et en sépare le soufre ; il se dégage du gaz hidrogène sulfuré de toutes ces dissolutions : mais Bergman observe que celle de l'oxide hidrosulfuré, fait à parties égales de soufre et d'oxide, en donne davantage ; je m'occuperai plus en détail de cette action dans les numéros suivans.

48. On ne connaît point l'action des autres acides sur l'antimoine, sur son sulfure et sur ses oxides sulfurés ; on n'a aucune notion encore sur celle que pourraient exercer l'acide phosphorique, le fluorique, le boracique, le carbonique, ni les quatre acides métalliques. On unit, même difficilement, la plupart de ces acides par voie de doubles échanges, avec l'oxide d'antimoine uni à d'autres acides, parce que, comme on l'a vu, il n'y a que peu de ces dissolutions permanentes que l'on puisse employer pour cela. Cependant, comme l'eau seule trouble la dissolution muriatique, la plus complète et la plus permanente de toutes, les acides qui accompagnent cette eau précipitante s'unissent souvent à l'oxide précipité. C'est ainsi que l'acide sulfureux forme un sulfite d'antimoine, quand on le verse dans le muriate de ce métal, non pas parce qu'il enlève l'oxide à cet acide, mais parce qu'il s'y unit seulement à l'instant où l'eau l'en sépare. Il est donc vraisemblable que, même sans le cas des attractions doubles, les acides phosphorique, fluorique, boracique et carbonique pourraient être combinés avec cet oxide, au moment où on les verse dissous dans l'eau, sur la dissolution muriatique d'antimoine. On pourra donc, en les préparant par ce procédé, obtenir et examiner ces sels antimoniés, qui ne l'ont point encore été, et qui méritent cependant de l'être.

I. *Action des bases salifiables et des sels.*

49. Aucune des bases salifiables terreuses ou alcalines n'a d'action sensible sur l'antimoine. Son oxide a seulement la

propriété de s'unir aux terres pendant leur vitrification, et de les colorer en nuance jaune plus ou moins orangée ou tirant sur l'hyacinthe. Il s'unit de plus directement aux alcalis purs ou caustiques qui le rendent plus soluble, et qui forment avec lui des espèces de sels cristallisables, dissolubles, décomposables par les acides puissans; de sorte qu'il paraît jouer alors le rôle d'acide : on aura bientôt une nouvelle occasion de reparler de ces sels avec plus d'étendue.

5o. Toutes les matières alcalines ont une action très-marquée sur le sulfure d'antimoine. On prépare, à l'aide de cette action, deux principaux médicamens qui ont beaucoup occupé les chimistes, et que l'on a connus, l'un, sous le nom de *kermès minéral*, l'autre sous celui de *soufre doré*. Pour bien entendre la théorie et la nature de ces composés remarquables qui forment un des points les plus singuliers de l'histoire de l'antimoine, je ferai d'abord observer que toute matière alcaline pure, depuis la barite jusqu'à l'ammoniaque, a plus ou moins la propriété de dissoudre le sulfure d'antimoine; que cette dissolution, faite par la voie sèche et à l'aide de la fonte, forme des sulfures alcalins antimoniés; que ces sulfures décomposent l'eau avec beaucoup de force; que celle qui est si souvent unie aux matières alcalines suffit pour changer ses sulfures en sulfures hidrosulfurés; que dans ce changement, soit qu'il se fasse au moment même de la fusion, soit qu'il n'ait lieu qu'après la fusion, et qu'il soit dû alors à l'eau qu'on ajoute ou à celle que ces composés absorbent de l'atmosphère, l'oxigène de l'eau se porte sur l'antimoine qui l'oxide; que son hidrogène s'unit à une portion de soufre, et qu'il résulte de la combinaison ou simultanée de l'oxide d'antimoine, du sulfure alcalin et de l'hidrogène sulfuré, un composé compliqué, un sulfure hidrosulfuré alcalin et antimonié, restant d'abord dans un équilibre de composition, mais bientôt perdant cet équilibre, lorsqu'on veut le dissoudre dans l'eau bouillante. Dans ce

dernier cas, s'il y a une suffisante quantité d'alcali tout est dissous à l'aide de la chaleur ; mais la dissolution se trouble en refroidissant, et se partage alors en deux matières, l'une qui se dépose sous la forme d'une poudre rouge, plus ou moins brune ou rougeâtre, ou brune plus ou moins veloutée, qu'on nomme en général *kermès*, et qui est de l'oxide d'antimoine hidrosulfuré ; et l'autre, qui reste dissoute, est encore un sulfure hidrosulfuré alcalin et antimonié, mais contenant un peu moins de soufre, et sur-tout d'oxide d'antimoine, que le premier de ces composés.

51. Cette séparation en deux nouveaux produits, qui a constamment lieu dans la dissolution du sulfure alcalin hidrosulfuré et antimonié, dépend de ce que l'alcali, à moins qu'il ne soit très-surabondant, ne peut pas tenir à froid tout l'oxide d'antimoine sulfuré qu'il tient à chaud ; et ce qui se dépose sous la forme et le nom de kermès minéral est en effet de l'oxide d'antimoine sulfuré et hidrosulfuré. Cependant la portion de sulfure antimonié que tient encore la liqueur, diffère de celle qui se précipite spontanément par le refroidissement, en ce qu'elle contient plus de soufre et moins d'oxide d'antimoine. Ainsi la masse totale de ce composé se partage naturellement en deux portions différentes : l'une plus antimoniée et moins sulfurée, qui ne peut être tenue en dissolution à froid, et qui se dépose en poudre brune ou en *kermès ;* l'autre, moins antimoniée et plus sulfurée, qui reste en dissolution, qui ne se sépare que par l'addition des acides, avec une couleur moins foncée que la précédente, tirant plus ou moins sur l'orangé, et qu'on connaît sous le nom de *soufre doré.* Celle-ci même peut être partagée en divers hidrosulfures de moins en moins antimoniés et de plus en plus sulfurés, suivant qu'on fractionne sa précipitation, en n'employant que peu à peu la quantité d'acide nécessaire pour la séparer de l'alcali. De là les soufres dorés de la première, de la seconde

et de la troisième précipitation, de moins en moins orangés, de plus en plus pâles, et dont la dernière n'est presque que du soufre.

Il faut décrire actuellement l'action particulière de chacune de ces bases, au moins de celles qui en exercent une remarquable sur le sulfure d'antimoine.

52. La barite, la strontiane, la chaux dissolvent sensiblement, quoique peu abondamment, le sulfure d'antimoine. Il suffit d'agiter quelques momens la dissolution froide de ces bases avec ce sulfure en poudre, pour que ces liqueurs filtrées donnent par les acides un précipité d'oxide d'antimoine hidrosulfuré pâle ou de soufre doré ; mais il n'y a point assez d'oxide d'antimoine formé et dissous pour qu'il se dépose du véritable kermès sans l'addition d'acides. Il est bien évident que par le seul contact de ces dissolutions alcalines ou terreuses, une petite partie de l'antimoine est déja oxidée par la décomposition de l'eau, et une portion de l'hidrogène sulfuré uni à l'oxide formé.

53. Les alcalis fixes, caustiques ou purs, solides, la potasse et la soude, triturés dans un mortier avec du sulfure d'antimoine, se ramollissent, prennent une couleur verte, forment une masse molle, d'une odeur fétide, en absorbant un peu d'eau atmosphérique. Si l'on délaie ensuite cette masse dans l'eau chaude, elle est dissoute, dépose par le refroidissement un peu de *kermès*, et ensuite par les acides du soufre doré. L'ammoniaque n'agit point à beaucoup près aussi fortement sur le sulfure d'antimoine que le font les alcalis fixes à froid ; à chaud, il agit aussi très-peu, parce que le calorique volatilise l'ammoniaque plutôt que de favoriser son action dissolvante sur le sulfure.

54. Ce n'est pas par ce simple mélange, cette simple trituration, et par la seule action des alcalis à froid, qu'on prépare pour l'usage pharmaceutique ce qu'on nomme *kermès minéral* et *soufre doré*, ou les oxides d'antimoine brun et

orangé, plus ou moins hidrosulfurés. L'histoire et l'examen des procédés de leur préparation doit précéder ici l'examen de leur nature. Dans les premières années du dix-huitième siècle, un nommé Simon, frère apothicaire chez les chartreux de Paris, employa ce médicament sous le nom de *kermès minéral*, et lui donna une assez grande célébrité par les cures qu'il dit en avoir obtenues sur les religieux de ce couvent. Voilà pourquoi on nomma d'abord, pendant quelque temps, ce composé *poudre des chartreux*. Quoique la découverte de ce médicament fût due véritablement à Glauber, qui le préparait avec le sulfure d'antimoine et la liqueur de nitre fixé par les charbons; quoiqu'on pût en rapporter aussi l'invention à Lémery, qui l'avait décrit sous un autre nom dans son Traité de l'antimoine, il parut d'abord dans le monde comme un remède nouveau. Le frère Simon tenait, disait-il, sa composition d'un chirurgien nommé la Ligerie, qui lui-même l'avait reçue d'un M. Chastenay de Landau, et celui-ci la devait à un apothicaire, élève de Glauber. Le bruit de ses bons effets engagea le gouvernement à l'acheter. Dodart, premier médecin du roi, s'adressa à la Ligerie pour faire publier la recette du *kermès minéral;* elle fut en effet rendue publique en 1720. Le procédé, beaucoup moins bon que celui de Lémery, consistait à faire bouillir pendant deux heures huit parties d'eau de pluie avec une partie de liqueur de nitre fixé par les charbons et quatre parties de sulfure d'antimoine cassé par petits morceaux, à filtrer la liqueur bouillante, à faire bouillir de nouveau sur le même sulfure un quart de moins d'alcali du nitre que la première fois, dissous dans huit parties d'eau de pluie, et une troisième fois une demi-partie du même alcali avec la même quantité d'eau, toujours sur le même sulfure; les trois décoctions mêlées étaient filtrées, et déposaient par le refroidissement une poudre rouge brune ou le *kermès*, qu'on lavait avec de l'eau jusqu'à ce que celle-ci sortît insipide; on faisait sécher

la poudre, on brûlait dessus de l'alcool, et on la broyait avec soin pour l'usage. Ce procédé, très-mal conçu, très-long, ne fournissait que peu de *kermès*, le quarantième au plus du poids du sulfure d'antimoine employé. Il péchait sur-tout par la petite quantité d'alcali employé, qui était bien éloignée de suffire pour la dose de sulfure d'antimoine que l'on prenait. Aussi les pharmaciens ne l'ont-ils pas suivi, quand ce composé a été assez répandu et assez connu pour devenir un médicament très-commun.

55. Lémery le fils ayant revendiqué à l'Académie des sciences la découverte de cette préparation antimoniée pour son père, le procédé de celui-ci fut généralement adopté et pratiqué dans les laboratoires de pharmacie; on y fit et on y fait encore le kermès minéral par l'un ou l'autre des moyens suivans. Par la voie sèche, on prend seize parties de sulfure d'antimoine, huit parties d'alcali ou tartre et une partie de soufre; on mêle bien ces trois matières par la trituration; on les fait fondre dans un creuset; on coule la masse bien fondue dans un mortier de fer; on la pulvérise grossièrement quand elle est refroidie; on la fait bouillir dans une suffisante quantité d'eau, on filtre la liqueur au papier gris; elle passe claire et légèrement orangée, presque sans autre odeur que celle de lessive; à mesure qu'elle refroidit, il s'en sépare une poudre d'un beau rouge brun, ou du kermès très-abondant qu'on lave d'abord dans l'eau froide, ensuite dans l'eau bouillante, qu'on fait ensuite bien sécher, qu'on pulvérise et qu'on passe au tamis de soie.

Le kermès, par la voie humide, est préparé de la manière suivante. On fait bouillir dans vingt parties d'eau six parties d'alcali fixe, potasse pure du commerce; on jette dans la liqueur bouillante environ le vingtième du poids de l'alcali de sulfure d'antimoine pulvérisé; on agite bien ce mélange, on le laisse bouillir sept à huit minutes, on filtre; la liqueur dépose, en refroidissant, beaucoup de poudre rouge

on de kermès, qu'on lave bien ; on obtient en kermès, par l'un ou l'autre procédé, près des trois quarts du poids du sulfure d'antimoine employé.

56. Dans l'une et l'autre de ces opérations, tout le sulfure d'antimoine traité par l'alcali n'est pas converti en kermès minéral, et l'on a remarqué que le résidu, sur-tout celui de la voie humide, ne contient presque plus de soufre, et qu'en le fondant dans un creuset il donne de l'antimoine presque pur. On doit conclure de là que l'alcali dissout presqu'entièrement le soufre, et qu'il n'oxide que la portion d'antimoine, qu'il dissout en même temps que le soufre. Les liqueurs qui, dans l'une et l'autre opération, surnagent le kermès minéral, ou les eaux-mères qui contiennent encore de l'oxide d'antimoine dissous dans l'hidrosulfure alcalin, peuvent être précipitées par les acides, qui en séparent d'abord de l'oxide d'antimoine hidrosulfuré foncé, contenant beaucoup d'antimoine, et ensuite un oxide hidrosulfuré de plus en plus pâle, de moins en moins antimonié, et rapproché à la fin de l'état de soufre. On a une preuve qu'il se passe ici exactement la série des phénomènes indiqués ci-dessus, nos. 50 et 51 ; c'est-à-dire que l'alcali, en dissolvant le sulfure d'antimoine, favorise la décomposition de l'eau, fait porter son oxigène sur l'antimoine qui s'oxide à divers degrés, et son hidrogène sur une portion du soufre ; qu'il retient l'oxide d'antimoine sulfuré et hidrosulfuré ; et qu'il s'opère, par le refroidissement, une sorte de fraction des produits dont une en oxide d'antimoine brun hidrosulfuré, qui, surchargé de métal oxidé en brun, par rapport à toute la masse, abandonne la dissolution, et se dépose sous la forme de kermès minéral, dont l'autre en sulfure hidrogéné d'oxide d'antimoine orangé, moins hidrogéné et plus sulfuré, reste en dissolution dans la liqueur alcaline. On a une preuve de l'existence réelle de ces phénomènes dans la propriété même dont jouit l'eau-mère de redissoudre le kermès lorsqu'on la

chauffe. Mais on observera que, dans la seconde précipitation qui accompagne le refroidissement de cette dissolution, il se fait un autre partage entre l'oxide d'antimoine hidrosulfuré, puisque ce second précipité a une autre couleur, quelques propriétés différentes, et paraît sur-tout contenir d'autres proportions dans ses principes que le premier.

57. Avant d'avoir pu fournir la théorie de l'opération du kermès que je viens de présenter, l'histoire de la science offre une suite de recherches et de travaux infructueux sur la nature de ce singulier composé. Geoffroy est le premier chimiste qui se soit occupé de l'analyse du kermès : il avait prétendu que 72 parties étaient composées de 17 de métal, de 14 d'alcali et de 41 de soufre. Il est évident que Geoffroy n'a examiné que du mauvais kermès mal lavé ; car tous les chimistes qui ont travaillé, depuis lui, sur cette matière, n'y ont pas trouvé d'alcali, ou n'y en ont trouvé que des atomes échappés au lavage. Bergman, dans sa Dissertation très-intéressante sur les antimoniaux sulfurés, a commis des erreurs, et est tombé, sur la nature et la composition de ce corps, dans des contradictions qui étonnent de la part d'un homme aussi habile. Dans un endroit de cet ouvrage (expérience 30), il dit que cent parties de kermès lui ont donné, par l'acide muriatique, 0.52 de poudre blanche antimoniale, et qu'il n'a pu recueillir que 0.08 de soufre, sans parler des 0.40 de matière perdue dans cette analyse inexacte. Il est vrai qu'il dit ailleurs avoir obtenu du même poids de ce composé quinze pouces cubiques de gaz hidrogène sulfuré ; mais ce produit ne remplit pas à beaucoup près la lacune de 0.40. Ailleurs il avance que cent parties de kermès contiennent 0.52 de métal (on vient de voir que ces 0.52 étaient de l'oxide blanc d'antimoine, et non du métal), et 0.48 de soufre : mais il avait dit un peu plus haut n'en avoir pu recueillir que 0,08. Il faut conclure de là que l'analyse du kermès minéral n'avait pas encore été bien faite par Bergman. On sait que ce com-

posé se fond en *foie d'antimoine* ou oxide sulfuré vitreux opaque ; que, traité par l'acide muriatique, il perd sa couleur, donne du gaz hidrogène sulfuré ; qu'il est dissoluble dans les sulfures et hidrosulfures alcalins. Le citoyen Berthollet, en le faisant connaître comme un hidrosulfure d'oxide d'antimoine, en a donné une notion bien plus exacte que celles qui avaient été présentées jusqu'à lui.

58. Le citoyen Thenars, dans ses recherches sur les oxides de l'antimoine, a mis, en quelque sorte, la dernière main à ce travail. Il résulte de son analyse de divers antimoniaux sulfurés comparés, plusieurs vérités nouvelles, qui en confirmant les premières vérités énoncées par le citoyen Berthollet, y ajoutent une précision qu'elles n'avaient point encore. Suivant le citoyen Thenars, le kermès n'est qu'un oxide brun d'antimoine uni à de l'hidrogène sulfuré et à un peu de soufre. Sa différence d'avec le soufre doré consiste moins dans la proportion des matières que dans l'état de l'oxide. Ici l'oxide d'antimoine est orangé au lieu d'être brun : c'est à cet état varié de l'oxide que ces composés doivent leur couleur diverse. Ils sont dissolubles dans les hidrosulfures alcalins et non dans les alcalis. Enfin, le kermès agit sur l'air, lui enlève de l'oxigène, l'analyse comme un instrument eudiométrique ; et pâlissant à mesure qu'il s'y oxide de plus en plus, finit ainsi par blanchir tout-à-fait. Le citoyen Thenars a trouvé par une analyse recherchée et difficile, pour laquelle il lui a fallu refaire celles de l'acide sulfurique, du sulfate de barite et de l'hidrogène sulfuré, que le kermès minéral contient,

72,760 d'oxide d'antimoine brun ;
20,298 d'hidrogène sulfuré,
4,156 de soufre ;
2,786 *perte* en eau, etc.

Que le soufre doré contient,

68,300 d'oxide d'antimoine orangé ;
17,877 d'hidrogène sulfuré ;
11 à 12,000 de soufre.

Ces nouveaux résultats sont d'accord avec des expériences anciennes dont la théorie n'avoit pas été conçue jusqu'ici.

On prépare sur-le-champ du kermès par le mélange d'une dissolution muriatique d'antimoine et de sulfure hidrogéné, ou encore mieux d'hidrosulfure de potasse : ce mélange donne tout-à-coup un précipité d'un rouge brun, parce que l'hidrogène enlève un peu d'oxigène à l'oxide blanc avant de le précipiter. On le forme encore en exposant de l'oxide d'antimoine blanc, humide ou délayé dans l'eau, au contact du gaz hidrogène sulfuré, et par la même théorie. Quant au procédé par lequel Bergman croyait avoir fait du kermès en fondant ou plutôt en ramollissant ensemble parties égales de soufre et d'oxide d'antimoine préparé par le nitre (n°. 29.), il est bien évident que ce n'est point un véritable kermès, puisqu'il ne contient point assez d'hidrosulfure pour le constituer tel, et que ce n'est qu'un oxide d'antimoine sulfuré fondu.

59. Ce que je viens d'exposer sur l'*oxide d'antimoine brun hidrosulfuré* ou *kermès*, dont j'ai été obligé de modifier la première dénomination de la nomenclature méthodique, à cause des découvertes des citoyens Berthollet et Thenard sur la présence de l'hidrogène sulfuré, et des divers oxides d'antimoine qui en déterminent la véritable nature, prouve que, pour en faire une analyse exacte, il fallait, après avoir estimé la proportion d'hidrogène sulfuré qui s'en dégage par l'action des acides, déterminer celle du soufre en le brûlant complétement par l'acide nitrique ou l'acide muriatique oxigéné, et en précipitant l'acide sulfurique ainsi formé par le nitrate ou le muriate de barite, et celle de l'oxide d'antimoine, en le dissolvant dans l'acide muriatique, et en le précipitant par l'eau. J'observerai encore, à cette occasion, que les acides ne peuvent pas servir à l'analyse de l'oxide d'antimoine hidrosulfuré, en séparant simplement le soufre et en dissolvant son oxide comme on l'a cru, puisque, dans cette opération,

le soufre retient toujours une portion d'oxide d'antimoine. J'observerai encore que cet oxide hidrosulfuré ne donne pas de gaz hidrogène sulfuré par l'action du feu, et que son hidrosulfure paraît se décomposer pendant sa fusion en oxide sulfuré vitreux. Je ferai remarquer enfin qu'il paraît y avoir divers oxides d'antimoine hidrosulfurés, variant dans la proportion de leurs principes, suivant une foule de circonstances différentes qui accompagnent sa formation.

60. Si l'on a bien conçu la nature de ces *oxides d'antimoine hidrosulfurés*, on concevra également celles des soufres dorés. Plus dissolubles dans les sulfures alcalins que les premiers, on ne les en sépare et on ne les obtient qu'en décomposant leurs dissolutions par les acides : ils contiennent plus de soufre, moins d'oxide d'antimoine, et cet oxide moins oxidé que le kermès ; ils varient entre eux suivant le mode de leur préparation, et les proportions de leurs principes sont très-différentes. Pour en obtenir un constant, Goëtling a proposé le procédé suivant. On mêle bien deux parties de sulfure d'antimoine très-pulvérisé avec trois parties de soufre ; on les fait dissoudre dans une lessive bouillante d'alcali caustique ; on filtre, on étend la dissolution d'eau, on la précipite par l'acide sulfurique affaibli : on a ainsi près de quatre parties et demie d'un sulfure hidrosulfuré d'antimoine, semblable à celui qui est obtenu par la troisième précipitation des eaux-mères de l'oxide d'antimoine brun hidrosulfuré. Bergman observe, avec raison sur ce procédé, qu'il est préférable à celui qui est ordinairement pratiqué pour l'obtenir ; qu'on peut d'ailleurs varier les proportions de ses principes, suivant celle du soufre que l'on ajoute au gré du médecin, qui saura alors ce qu'il emploiera positivement.

61. Je terminerai cet exposé sur les propriétés des oxides d'antimoine sulfurés et hidrosulfurés, par faire observer que ces composés, soit qu'on les fasse par la fusion immédiate avec l'oxide métallique et le soufre, soit qu'on les obtienne

par l'union immédiate des dissolutions antimoniées avec les hidrosulfures alcalins, soit qu'ils soient le produit de l'action de l'acide muriatique sur le sulfure d'antimoine ou celui de l'action des alcalis, nous montrent toujours une plus faible adhérence, une combinaison moins intime entre les molécules de l'oxide d'antimoine et les molécules du soufre, qu'il n'y en a dans le sulfure d'antimoine, puisque ces matières sont plus décomposables, puisqu'un long contact de l'air seul suffit pour les altérer, puisqu'au feu elles prennent le caractère vitreux. La présence de l'hidrogène sulfuré, qui les porte à l'état d'hidrosulfures sulfurés et de composés triples, est la cause de cette moindre adhérence entre leurs molécules, comme la proportion souvent plus grande de soufre en est l'effet.

62. Parmi les sels, il n'y a pas de genres qui ne soient susceptibles de recevoir quelques altérations de la part de l'antimoine et de son sulfure, et qui en même temps ne changent la nature de ceux-ci. Monnet a décrit le premier l'action de l'antimoine sur les sulfates de potasse. En faisant fondre dans un creuset une partie de ce sel et une demi-partie d'antimoine, le métal disparaît; on obtient une masse jaune comme vitrifiée ou frittée, caustique, qui est un sulfure de potasse antimonié, et qui, délayée dans l'eau chaude, donne de l'oxide d'antimoine hidrosulfuré par le refroidissement. L'antimoine a donc enlevé l'oxigène de l'acide sulfurique, et s'est uni en oxide au sulfure de potasse qui s'est formé. Le contact de l'eau, par sa décomposition, a promptement hidrosulfuré ce sulfure alcalin antimonié: de sorte que sa dissolution chaude est devenue susceptible de se séparer en deux portions; l'une très-antimoniée, qui s'est précipitée spontanément en brun; l'autre plus sulfurée, qui est restée dissoute. Il n'y a aucun lieu de douter que la plupart des sulfates, et même des sulfites terreux et alcalins, éprouveraient le même changement par l'antimoine. Le sulfure et

l'oxide pur de ce métal ne les altèrent au contraire en aucune manière.

63. Les nitrates sont tous susceptibles de brûler à chaud, ou à la chaleur rouge, l'antimoine et son sulfure, plus ou moins fortement et complétement, suivant la quantité qu'on en emploie. On a profité de cette action pour préparer, à l'aide du nitrate de potassse, l'espèce préférée du genre comme on l'a vu ailleurs, un grand nombre de composés antimoniés différens, dont je citerai ici les principaux. Un mélange de deux ou trois parties de ce sel et d'une partie d'antimoine en poudre fine, bien broyé dans un mortier, détone vivement, soit qu'on le mette en contact avec des corps combustibles allumés, soit qu'on le projette dans un creuset rougi, soit qu'on le fasse chauffer jusqu'au rouge dans un creuset fermé. Cette dernière méthode est préférable aux deux premières, qui, en admettant le contact de l'air, font perdre une grande partie du produit de l'opération; car on sait que l'antimoine se volatilise à un grand feu. La détonation est accompagnée d'une flamme blanche très-vive; l'antimoine est fortement et complétement oxidé par l'oxigène du nitre, qui est lui-même décomposé et réduit à sa base alcaline. Le résidu de cette détonation est une masse blanche, scorifiée, qui, lavée avec de l'eau, laisse une portion de l'oxide d'antimoine unie à une petite partie de potasse, et en donne une autre combinée avec beaucoup plus d'alcali, et dissoute comme une espèce de sel, dans lequel l'oxide semble faire fonction d'acide. On nommait autrefois l'oxide ainsi préparé *antimoine diaphorétique par le régule.* On regardait la portion d'oxide d'antimoine non dissoute comme un oxide pur; mais le citoyen Thenars a reconnu qu'elle retenait une portion de potasse qui en fait environ le cinquième, et qu'en conséquence le produit de la détonation du nitre et de l'antimoine se partageait en deux par le lavage; savoir, en une espèce de potasse antimoniée qui se dissout, et en une sorte d'antimonite de potasse insoluble.

64. On fait plus souvent cette préparation avec le sulfure d'antimoine qu'avec le métal, parce que, comme on l'a déjà dit tant de fois, on a beaucoup plus employé ce sulfure que l'antimoine lui-même. Trois parties de nitre et une partie de sulfure d'antimoine, bien broyées ensemble, placées dans un mortier de fer, et touchées avec un charbon allumé, s'enflamment et continuent à brûler avec ardeur, pétillement, activité et vapeurs blanches très-abondantes, jusqu'à ce que le mélange soit tout entier converti en une masse un peu citrine, à demi-fondue ou scorifiée, qui conserve quelque temps la rougeur de l'embrasement, et qui se refroidit lentement. La quantité de nitre qu'on emploie dans cette expérience, et la force de la combustion qu'elle excite à cause de la proportion d'oxigène, brûle le soufre et le change en acide, ainsi que l'antimoine qui se trouve complétement oxidé. Le produit est formé de sulfate de potasse, d'un peu de nitre échappé à la détonation, d'oxide d'antimoine uni à la potasse, et susceptible de se partager en deux composés par l'action de l'eau, comme le fait le produit de la combustion de l'antimoine pur par le nitre. Cette masse était nommée, dans les pharmacies, *fondant de Rotrou*, ou *antimoine diaphorétique non lavé*. En la jetant dans l'eau chaude, elle s'y délaie; les sels et une partie de l'oxide unie à la potasse, s'y dissolvent. La plus grande portion de l'oxide, combinée avec un cinquième de potasse, reste au fond de l'eau en une poudre blanche, indissoluble et presque insipide. Après l'avoir bien lavée, bien dessalée, on la forme en trochisques, on la fait dessécher, et on la conserve sous le nom d'*antimoine diaphorétique lavé*. La liqueur du lavage, qui, outre le nitre non décomposé, mais porté à l'état de nitrite, et le sulfate de potasse, contient encore une portion d'oxide d'antimoine unie à cet alcali dans l'état d'une espèce de sel, peut être décomposée par les acides, qui y forment un précipité d'oxide blanc, nommé *céruse d'antimoine* ou *matière perlée de Ker-*

Kringius, parce que ce dernier commentateur du Traité de Basile Valentin l'avoit connu et bien décrit. On évaporait autrefois la liqueur surnageant ce précipité ; et le sel qu'on en obtenait contenant le nitre non décomposé, le sulfate de potasse, et le nouveau sel formé par l'acide précipitant uni à la potasse, quelque différent qu'il fût, puisqu'on pouvait employer pour cette précipitation tous les acides, portait le nom impropre de *nitre antimonié de Stahl* : mais il est évident que, préparé par l'acide nitrique même, il ne contient point d'oxide d'antimoine lorsque sa préparation a été bien faite.

65. J'ai déja annoncé (n°. 49) que l'oxide d'antimoine s'unissait aux alcalis ; et on vient d'en voir ici une preuve plus directe, soit dans la partie non dissoute de cet oxide, soit dans la lessive du produit de la détonation de l'antimoine et du sulfure d'antimoine avec le nitre. Cette lessive contient une espèce de sel formé par l'union d'une partie de l'oxide avec la potasse ; sel qui pourrait être nommé *antimonite de potasse*, puisque, suivant l'observation du citoyen Berthollet, il est susceptible de cristalliser ; il jouit d'un degré déterminé de dissolubilité ; il est décomposé par les acides. Au reste, je n'en parle ici dans un numéro particulier que pour appeler l'attention des chimistes sur les combinaisons singulières de cet oxide acidiforme avec les bases, et pour les engager à faire de nouvelles recherches sur ces combinaisons qui ne sont encore que soupçonnées. En général, l'oxide d'antimoine, fait par le nitre ou par la décomposition de l'acide nitrique, paraît être plus oxidé et plus voisin de l'état d'acide que celui qui est obtenu par la simple combustion de l'antimoine fondu à l'air. C'est avec l'oxide préparé par le nitre que Bergman a fait ses préparations sulfurées ; c'est en essayant de le réduire avec du savon noir que Geoffroy a découvert ce pyrophore brûlant comme une gerbe d'artifice, que j'ai indiqué (n°. 23). Enfin, cet oxide d'antimoine, le plus oxigéné de tous, a été examiné avec soin par le citoyen

Thenars, qui y a trouvé 0.32 d'oxigène. Les caractères qu'il y a reconnus sont sur-tout d'être le moins dissoluble dans l'eau de tous les oxides d'antimoine, de s'unir le plus difficilement aux acides, d'exiger pour sa désoxidation la plus haute température sans être irréductible comme on l'avait cru, de ne se bien réduire que quand on le chauffe avec une portion d'antimoine, qui, en partageant son oxigène enlevé peu à peu, le fait repasser par tous les degrés successifs de désoxidation ; c'est-à-dire, du blanc au jaune, du jaune à l'orangé, de l'orangé au brun et du brun au noir.

66. Si au lieu d'employer trois parties de nitre et une partie de sulfure d'antimoine, on n'emploie que parties égales de ces deux corps, on obtient par l'action du feu une vitrification opaque qu'on a nommée *foie d'antimoine*. Bergman observe, ce qui peut s'appliquer à tous ces cas de combustion de sulfure d'antimoine par le nitre, que lorsque l'on projette le mélange à diverses reprises dans un creuset rouge et ouvert, on peut perdre jusqu'à près de la moitié du mélange; aussi conseille-t-il de mettre la matière dans un creuset froid, de le fermer et de pousser au feu jusqu'à la fondre. Par ce procédé, à peine se perd-il au-delà d'un centième. Le même conseil doit être donné pour toutes les préparations que l'on fait avec le nitre et l'antimoine ou son sulfure. On obtient ainsi, sous quelques scories, un verre brun foncé, opaque, bien fondu, qui est un véritable oxide d'antimoine, brun sulfuré et hidrosulfuré vitrifié, qu'on nommait *foie d'antimoine*, à cause de sa couleur et de son opacité, pour le distinguer du *verre d'antimoine*, transparent et de couleur d'hyacinthe. On voit qu'ici la proportion du nitre n'est pas suffisante pour brûler tout le soufre; on y voit encore que l'antimoine se brûle avant le soufre, comme cela a lieu dans la préparation du kermès. Ce foie d'antimoine ou sulfure de potasse antimonié contient un peu de sulfite et de nitrite de potasse que Bergman croit être le vrai *nitre antimonié* de Stahl. Il remarque

encore que ces sels empêchent la déliquescence qu'éprouve le sulfure antimonié, fait simplement avec parties égales d'alcali fixe et de sulfure d'antimoine fondues ensemble.

On conçoit bien, d'après ce qui a été dit ci-dessus, qu'en lavant ce produit vitreux, l'eau, en emportant les sels, dissout aussi une portion d'oxide d'antimoine hidrosulfuré, dépose par le refroidissement une portion de véritable *kermès*, et donne par les acides de l'oxide orangé hidrosulfuré, ou du *soufre doré*. La partie non dissoute du *foie d'antimoine*, bien lavée et réduite en poudre, était nommée *crocus* ou *safran des métaux*, à cause de sa couleur rouge orangée foncée. Bergman la regarde comme une espèce de kermès ou d'oxide d'antimoine hidrosulfuré; elle donne du gaz hidrogène sulfuré par l'acide muriatique; et quoiqu'on n'en ait pas fait une analyse exacte et comparée à celle du kermès minéral proprement dit, il est manifeste qu'elle n'en diffère que par une plus grande proportion d'oxide d'antimoine, ainsi que par son état d'oxidation plus avancée: aussi est-elle plus active, plus purgative et plus émétique, et la réserve-t-on pour le traitement des chevaux. Les scories qui sont au-dessus du foie d'antimoine sont grises, et fournissent par la lessive un sel cristallisé, qui se fond, se boursoufle avec bruit au chalumeau et présente une espèce de détonation, qui reste rouge ou jaune quelque temps après son refroidissement, mais dont la couleur s'évanouit au bout de quelque temps. Ce sel donne du gaz hidrogène sulfuré avec beaucoup d'écume par le contact des acides; et fondu ensuite au chalumeau sur un charbon, il est absorbé, et ne laisse qu'une trace blanche circulaire dans le lieu qu'elle occupait. Bergman conclut de ces expériences, que le sel des scories du foie d'antimoine est un mélange de nitrite et de sulfite de potasse avec quelques traces d'oxide d'antimoine. Il ajoute que ces scories donnent du gaz hidrogène sulfuré par l'acide muriatique, avant comme après leur lotion; mais qu'elles ne déposent point d'oxide d'antimoine hidrosulfuré.

67. On se rappelle qu'en traitant huit parties de sulfure d'antimoine avec six parties de tartre et trois de nitre, on obtient de l'antimoine, parce que le peu d'oxigène du nitre est employé à brûler le tartre, à le réduire en charbon qui empêche l'oxidation du métal, et à brûler un peu de soufre, dont la plus grande partie se combine à la potasse, base du nitre et du tartre (voyez le n°. 14). Les scories qui surnagent le métal, et qui sont très-abondantes et très-volumineuses, sont très-composées. On y trouve du sulfure de potasse antimonié, qui, quand on le lave avec de l'eau chaude, se comporte absolument comme la lessive qui fournit le *kermès minéral* et le *soufre doré*. Il est mêlé de sulfate et de sulfite de potasse, et de beaucoup de charbon. On voit donc que l'antimoine n'est pas complétement dégagé par ce procédé, qui ne doit être regardé que comme un essai imparfait de sa mine, puisqu'une portion, même un peu forte, reste oxidée et unie au sulfure de potasse très-abondant des scories.

68. L'antimoine paraît susceptible de décomposer le muriate de soude, suivant le citoyen Monnet, qui assure qu'en chauffant dans une cornue un mélange de ces deux corps, on a du muriate d'antimoine sublimé; mais ce chimiste ne parle point du résidu, qu'il ne paraît pas avoir examiné, et qui doit contenir la soude, si le sel a été véritablement décomposé. L'antimoine n'agit point sur le muriate ammoniacal, comme Bucquet s'en est convaincu, et il ne donne ni ammoniaque ni muriate d'antimoine quand on le distille avec ce sel, comme l'avait cependant avancé Juncker.

69. Il paraît que le sulfure d'antimoine agit plus sur les muriates que le métal, en raison de l'attraction du soufre pour les bases de ces sels. C'est ainsi qu'en distillant un mélange de ce sulfure avec du muriate d'ammoniaque, on obtient, suivant plusieurs chimistes, un sublimé pourpre pulvérulent, qui ne peut être qu'un hidrosulfure ammoniaco-antimonial. Cette expérience mériterait d'être répétée avec soin.

70. Le muriate suroxigené de potasse, le seul bien connu et employé de ce genre, agit très-fortement sur l'antimoine et sur son sulfure ; mêlé à la dose de deux parties sur une de ces corps combustibles, et enflammé par le contact d'un corps en combustion, il les fait brûler avec une si grande activité, que tout se dissipe en vapeur blanche dans l'air, et qu'il ne reste qu'une légère trace circulaire sur le corps où ce mélange a été placé. Quand on fait cette expérience dans un vaisseau fermé, on obtient avec l'antimoine un oxide blanc qu'on sépare du muriate de potasse par l'action de l'eau, qui dissout celui-ci : c'est le moyen d'obtenir cet oxide parfaitement pur et isolé. Quand on frappe subitement sur un tas d'acier le même mélange de sulfure d'antimoine ou d'antimoine et de muriate suroxigené de potasse, il fulmine avec grand bruit et en exhalant une flamme assez éclatante et rapide comme l'éclair.

71. On préparait autrefois dans les laboratoires de pharmacie deux composés vitreux antimoniés : l'un, connu sous le nom de *rubine d'antimoine* ou *magnésie opaline*, *magnesia opalina*, résultait de la fonte de parties égales de muriate de soude décrépité, de nitrate de potasse et de sulfure d'antimoine ; on obtenait ainsi une masse vitriforme, d'un brun peu foncé, brillante et recouverte d'une scorie blanche. L'autre préparation, nommée très-improprement *régule médicinal*, était faite par la fusion d'un mélange de quinze parties de sulfure d'antimoine, de douze parties de muriate de soude décrépité et de trois parties de tartre. Il en résultait un verre noir, luisant, opaque, sans aspect métallique, et très-dense. Ces deux composés sont des espèces de *foie d'antimoine*, qui sont dues à une décomposition du muriate de soude ou de nitrate de potasse, et qui n'ont point été examinées encore.

72. On n'a point apprécié l'action réciproque de l'antimoine, de son sulfure et de ses oxides sur les phosphates, les fluates, les borates et les carbonates ; on sait seulement que les phos-

phates et les borates, fondus avec l'oxide blanc d'antimoine, se vitrifient et se colorent en brun ou en hyacinthe, et que les carbonates chauffés avec le sulfure d'antimoine perdent leur acide carbonique, font effervescence au moment où ils se combinent avec son soufre, et forment ensuite des sulfures antimoniés où les alcalis sont contenus à l'état caustique.

73. Schéele a trouvé dans l'action réunie des sels et des acides un procédé très-simple et très-commode pour se procurer abondamment et facilement l'espèce d'oxide d'antimoine que l'eau sépare toujours de sa dissolution muriatique, et qui est connu sous le nom de *poudre d'Algaroth*, comme je le dirai à l'article du mercure. Suivant ce procédé, on fait un foie d'antimoine en traitant par la détonation un mélange d'une partie de sulfure d'antimoine et d'une partie et demie de nitre. Une partie de ce composé est mêlée avec trois parties d'eau, et près d'une partie d'acide sulfurique, auquel on ajoute du muriate de soude en même proportion que cet acide. Ce mélange, placé dans un matras, est mis à digérer pendant douze heures sur un bain de sable, en agitant continuellement le vase. La dissolution faite et refroidie, on la passe à travers un linge ; on traite de nouveau le résidu non dissous avec le tiers du même dissolvant, acide sulfurique affaibli et muriate de soude, et on mêle la liqueur filtrée avec la première. En jetant cette liqueur dans l'eau bouillante, il se forme un précipité d'oxide d'antimoine blanc ou de *poudre d'Algaroth* qu'on lave dans beaucoup d'eau, et qu'on fait sécher pour l'usage. Dans cette opération, l'acide muriatique, dégagé par le sulfurique, dissout l'oxide contenu dans le *foie d'antimoine*, et l'eau ajoutée le précipite.

K. *Usages.*

74. On a vu ailleurs que les travaux nombreux des chimistes sur le sulfure de l'antimoine ont eu pour but de préparer des médicamens d'une grande activité, et qui n'eussent point les

inconvéniens qu'on redoutait dans cette substance. De toutes les préparations qu'on a successivement imaginées, il n'est guère resté pour l'usage médicinal que le *kermès*, l'*antimoine diaphorétique*, le *soufre doré* et le *verre d'antimoine*. On a renoncé à l'usage de l'antimoine ou en pillules ou en gobelet, parce que leurs effets ont été reconnus très-variables et très-incertains. Plusieurs autres préparations, qui seront indiquées ailleurs, servent aussi comme médicamens. En général, les antimoniaux sont émétiques, purgatifs, sudorifiques et béchiques incisifs. Beaucoup de médecins doutent des effets du sulfure d'antimoine suspendu dans les tisanes et les décoctions, auxquelles on a cru long-temps qu'il communiquait la propriété sudorifique et dépurante. La poudre de la Chevalleraye, ou l'oxide d'antimoine par le nitre, traité sept fois de suite avec ce sel et lavé à chaque fois, est abandonné depuis long-temps comme n'ayant point de vertu et étant trop oxidé; car il est bien démontré aujourd'hui que l'antimoine à l'état métallique n'a aucune vertu, qu'il en prend une plus ou moins énergique quand il est uni à une certaine proportion d'oxigène, et qu'il la perd de nouveau lorsqu'il en contient une très-grande quantité. Les effets des médicamens antimoniés sont fort exaltés, soit par l'état moyen d'oxidation en brun, en orangé ou en jaune, soit par l'union de ces oxides avec le soufre et l'hidrogène sulfuré, comme on le voit dans les oxides d'antimoine sulfurés et hidrosulfurés, qu'on connaît sous les noms de *kermès* et de *soufre doré*, et qui sont les préparations les plus actives de ce métal.

75. L'antimoine sert à un grand nombre d'arts : il est la base de l'alliage avec lequel on coule les caractères d'imprimerie, qui en reçoivent leur dureté. On le fait entrer souvent, avec le plomb et l'étain, dans des alliages roides et durs, très-utiles dans un grand nombre de cas. L'oxide d'antimoine sert dans la fabrication des verres de couleur, des émaux, des couvertes et des peintures sur les porcelaines; il est la source

des couleurs jaunes, brunâtres, orangées, et des nuances plus ou moins rapprochées de celle de l'hyacinthe. On le mêle avec plusieurs autres oxides différens, pour produire des effets de coloration très-variés, dont on a observé les effets, mais dont on n'a point encore exactement apprécié les causes.

ARTICLE XIII.

Du tellure.

A. *Histoire.*

1. M. Klaproth de Berlin, à qui l'on doit la découverte du titane et de l'urane, a donné le nom latin de *tellurium*, que je traduis par le mot de tellure, à un métal cassant qu'il a découvert au commencement de la sixième année de la République (fin de 1797), et fait connaître au monde savant, à la séance publique de l'Académie de Berlin, en nivose de la même année (25 janvier 1798). Cette dénomination est la suite de celle qu'il a adoptée pour les deux métaux déja indiqués. Elle est, comme elle, empruntée de la fable. Il eût été à desirer que ce célèbre chimiste prussien l'eût tirée d'une propriété caractéristique de ce nouveau métal, comme nous l'avons fait pour le chrome découvert par le citoyen Vauquelin.

2. C'est en examinant la mine aurifère de muriahilf dans les monts Fatzbay en Transylvanie, connue sous le nom de mine d'or blanche, d'*aurum paradoxum*, *aurum problematicum*, qu'il a fait cette importante découverte. M. Muller de Reichenstein avait déja soupçonné un métal particulier dans cette mine, en 1782. Bergman, à qui ce minéralogiste avait envoyé un échantillon de cette mine, n'avait pas pu

décider, à cause de la petite quantité qu'il en avait eue, si c'était vraiment un métal particulier, ou simplement de l'antimoine, avec lequel il a quelques rapports remarquables; cependant il penchait pour la première opinion.

3. Après avoir traité cette mine par l'acide nitro-muriatique, M. Klaproth l'a précipitée et redissoute par la potasse, puis séparée de nouveau par l'acide muriatique. La matière, séparée de l'alcali, et déposée par ce dernier acide, ayant été chauffée avec une huile, a donné le métal qu'il a nommé *tellure*. Cette découverte n'a point encore été confirmée depuis par d'autres chimistes, parce que les mines où le tellure a été trouvé par M. Klaproth sont encore très-rares; mais on connaît assez, et le grand talent, et l'exactitude de cet illustre chimiste, pour admettre avec confiance les faits qu'il annonce.

B. *Propriétés physiques.*

4. Le tellure a une couleur blanche approchant du gris de plomb, un éclat métallique considérable. Il est très-aigre et très-cassant, facile à mettre en poudre. Son tissu est formé de lames comme l'antimoine. Il prend, par un refroidissement lent, une forme cristalline et régulière, à sa surface sur-tout. Sa pesanteur spécifique est de 6.115.

5. Il doit être rangé parmi les métaux les plus fusibles. On ne connaît point sa propriété conductrice ni pour le calorique, ni pour l'électricité. Quand on le fond dans des vaisseaux fermés, il bout facilement, et se volatilise de manière que ses globules brillans s'attachent aux voûtes des cornues : c'est une propriété qui semble le rapprocher du mercure ; au moins, après ce métal liquide, il paraît être le plus volatil des métaux.

C. *Histoire naturelle.*

6. Il paraît qu'on peut distinguer jusqu'ici quatre mines

de tellure : la première et celle où M. Klaproth a d'abord découvert ce nouveau métal ; c'est la mine d'or blanche de Fatzbay dont il a déja été question ; elle résulte de l'union de ce métal avec le fer et l'or. Cet *aurum paradoxum* est très-brillant, d'un blanc gris, en grains cristallins entassés dans une gangue de quartz et de marne.

7. La seconde mine est l'*or graphique* d'Offenbaya, formée de tellure, d'or et d'argent ; sa couleur est d'un blanc jaunâtre, elle est en cristaux prismatiques comprimés, imitant, par leur position respective, l'écriture turque. Elle se trouve dans un porphyre argileux gris, bleuâtre, implanté dans du quartz gris.

8. La troisième est le minérai connu sous le nom de *mine d'or jaune* de Nagyag en Transylvanie. Elle est plus compliquée dans sa composition ; elle contient, outre le tellure, de l'or, du plomb, de l'argent et du soufre. Sa couleur est d'un blanc d'argent, tirant un peu sur le jaune du laiton ; elle est compacte et parsemée de quartz et de spath brun : on la trouve aussi en rayons larges, avec une cassure lamelleuse.

9. Enfin la quatrième est une autre variété du même minérai de Nagyag, dénommée *mine d'or feuilletée grise ;* elle paraît ne différer de la précédente que par la proportion de ses principes, et de plus par un peu de cuivre, d'après les analyses données par M. Klaproth. La couleur de cette mine est d'un gris de plomb foncé, passant au noir de fer ; elle est en petites feuilles réunies en tables minces, oblongues, hexaèdres, en parties accumulées en cellules, d'un éclat médiocre, flexibles, souvent contournées. Elle est dans une matrice de quartz, mêlée avec du manganèse rougeâtre, qu'elle a pénétré dans toutes sortes de directions.

10. Il est vraisemblable qu'il existe des mines encore inconnues de tellure, et qu'on le trouvera spécialement dans celles d'or.

D. *Docimasie.*

11. J'ai indiqué comment M. Klaproth était parvenu à obtenir ce nouveau métal ; mais je n'ai point décrit avec exactitude l'essai de la mine de Fatzbay, par lequel il a non seulement extrait le tellure, mais il l'a encore séparé d'avec les autres matières qui y étaient combinées, et il a fait ainsi l'analyse exacte du minérai tellurifère. Il est nécessaire de décrire ici son procédé, afin qu'il puisse être répété par les chimistes qui auront des mines analogues à leur disposition.

12. En faisant chauffer légèrement la mine avec six parties d'acide muriatique, et en la faisant ensuite bouillir, après y avoir ajouté trois parties d'acide nitrique, il y a eu une effervescence considérable, et tout s'est dissous. La dissolution étendue d'un peu d'eau distillée a été mêlée à une lessive de potasse caustique assez abondamment pour dissoudre le précipité ; il n'est resté qu'un dépôt brun, floconneux, formé d'oxide d'or et d'oxide de fer. La dissolution alcaline d'oxide de tellure a été mêlée avec de l'acide muriatique, de manière à saturer la potasse, et il s'est déposé une poudre blanche très-abondante, très-pesante. C'est en réduisant cette poudre en pâte avec une huile grasse, en la chauffant ensuite jusqu'au rouge, dans une petite cornue de verre, que M. Klaproth a obtenu le tellure réduit, en partie fondu et cristallisé à sa surface au fond de la cornue, en partie sublimé et figé en gouttes à la voûte de ce vaisseau.

13. La même expérience, faite sur les trois autres mines indiquées, l'or graphique et les deux de Nagyag, en y réunissant les procédés propres à séparer les diverses matières qui y sont unies au tellure, a donné à M. Klaproth les résultats suivans, relatifs à la docimasie de ces mines.

A. La mine de Fatzbay ou l'or problématique contient, d'après cette analyse. .	Tellure . . .	925. 5
	Fer	72. 0
	Or	2. 5
		1000. 0
B. L'or graphique d'Offenbaya	Tellure. . . .	60.
	Or	30.
	Argent	10.
		100.
C. La mine d'or jaune de Nagyag . . .	Tellure. . . .	45.
	Or.	27.
	Plomb	19. 5
	Argent	8. 5
	Soufre, un atome.	
		100. 0
D. La mine d'or feuilletée grise de Nagyag.	Plomb	50.
	Tellure. . . .	33.
	Or.	8. 5
	Soufre	7. 5
	Argent et cuivre	1.
		100. 0

14. On ne peut rien dire encore de la métallurgie des mines de tellure, puisqu'on n'a point cherché jusqu'ici à en tirer ce métal, et qu'on n'a essayé de les traiter que pour en séparer l'or.

E. *Oxidabilité par l'air.*

15. Lorsqu'on chauffe le tellure au chalumeau sur un charbon, il brûle après s'être fondu, avec une flamme assez vive, d'une couleur bleue qui passe au verdâtre sur ses bords;

il se volatilise entièrement sous la forme d'une fumée d'un gris blanchâtre, et en répandant une odeur fétide particulière que M. Klaproth compare à celle des raves.

16. L'oxide de tellure paraît être extrêmement fusible, puisqu'il suffit de le chauffer dans une cornue pour l'obtenir en une masse jaune de paille, d'un tissu radié, quand il il est refroidi. Il se réduit rapidement et avec une sorte d'explosion semblable à une détonation, lorsqu'on le chauffe dans un trou de charbon, et entouré de ce corps.

F. *Union avec les combustibles.*

17. M. Klaproth n'a fait connaître que la combinaison du tellure avec le soufre et avec le mercure; encore cette dernière union n'est-elle qu'indiquée comme formant facilement une amalgame. Il paraît former avec le soufre, et sans doute par la fusion, un sulfure gris de plomb, d'une structure rayonnée et bien cristallisable.

G. *Action sur l'eau et les oxides.*

18. Il n'y a rien dans le Mémoire du chimiste de Berlin qui puisse faire connaître comment le tellure se comporte avec l'eau et les oxides métalliques. Cependant, parmi les faits qu'il a décrits, plusieurs prouvent que l'attraction de ce métal pour l'oxigène est assez faible : cela doit faire présumer qu'il ne peut avoir aucune action sur l'eau ni sur un grand nombre d'oxides métalliques, puisque le sien est si facile à décomposer, comme je l'ai déja indiqué, et comme je vais encore l'énoncer dans la série des propriétés qui me restent à parcourir.

II. *Action sur les acides.*

19. Le tellure paraît être très-attaquable par la plupart des acides : voici ce que l'auteur de sa découverte a fait connaître sur son union avec ces corps brûlés. Une partie de tellure mêlée à froid dans un vaisseau bouché, avec cent parties d'acide sulfurique concentré, fait prendre à cet acide une belle couleur rouge cramoisie. En ajoutant de l'eau, goutte goutte, à cette dissolution, la couleur disparaît, et la petite quantité de métal dissous se dépose sous la forme de flocons noirs. La même dissolution chauffée perd également sa couleur, et précipite peu à peu l'oxide de tellure en poudre blanche. En employant au contraire de l'acide sulfurique étendu de deux ou trois parties d'eau, et en y ajoutant une petite quantité d'acide nitrique, cet acide mixte dissout une quantité assez considérable de tellure ; la dissolution est claire et sans couleur, et n'est point décomposée par une plus grande quantité d'eau. On ne connaît point la forme et les autres propriétés de ce sulfure de tellure.

20. L'acide nitrique dissout facilement le tellure ; cette dissolution est blanche et bien transparente. Concentrée, elle donne spontanément de petits cristaux blancs, légers, en forme d'aiguilles qui présentent une aggrégation dendritique. L'acide nitro-muriatique le dissout aussi très-facilement ; une grande quantité d'eau ajoutée à cette dissolution nitro-muriatique précipite l'oxide de tellure en poussière blanche, dissoluble dans l'acide muriatique. M. Klaproth n'a point indiqué l'action de ce dernier acide sur le tellure métallique.

21. Tous les alcalis purs précipitent les dissolutions acides de tellure en oxide blanc, dissoluble dans les acides ; un excès d'alcali redissout le précipité tout entier ; on le sépare encore par le moyen des acides employés avec précaution.

Si, au lieu d'alcali pur, on se sert d'un carbonate alcalin, on a de même un précipité, mais qui est beaucoup moins dissoluble dans l'excès du précipitant.

22. Les sulfures alcalins ajoutés aux dissolutions acides de tellure, y forment un précipité brun ou noirâtre, suivant que le métal y est plus ou moins abondamment oxigéné. Quelquefois ce précipité ressemble aux oxides d'antimoine hidrosulfurés, brun ou orangé, ou au *kermès et au soufre doré;* c'est une des analogies qui existent entre le tellure et l'antimoine. L'oxide de tellure sulfuré ou hidrosulfuré ainsi formé, exposé sur un charbon ardent, brûle avec une petite flamme bleue, et se volatilise en fumée blanche.

23. L'infusion de noix de galle, versée dans les dissolutions acides de tellure, y donne un précipité floconneux, de couleur isabelle. Le prussiate de potasse bien pur ne les précipite pas; ce métal partage cette propriété bien remarquable avec l'antimoine, l'or et le platine; il n'y a que ces quatre métaux qui ne sont pas précipités, ou dont les dissolutions acides ne sont pas décomposées par le prussiate de potasse.

24. Le zinc et le fer séparent le tellure de ses dissolutions acides à l'état métallique, et sous la forme de petits flocons noirs, fusibles en un bouton métallique sur un charbon allumé, et reprenant leur éclat par le simple frottement. L'antimoine présente la même précipitation avec le nitrate et le sulfate de tellure liquides, preuve convaincante que ces deux métaux sont réellement bien différens l'un de l'autre. L'étain jouit de la même propriété par rapport au nouveau métal; sa dissolution muriatique, mêlée à celle du tellure dans le même acide, donne un précipité noir et métallique.

25. Les oxides de tellure précipités de ses dissolutions acides par les alcalis, ou de ses dissolutions alcalines par les acides, sont réductibles avec une grande facilité par le charbon, et perdent si promptement leur oxigène dans cette réduction

qu'ils présentent dans cette opération un mouvement et une rapidité comparables à une détonation. Il suffit de les mêler avec des corps gras et de les chauffer dans une cornue, pour les obtenir en tellure métallique en partie fondu et rassemblé en culot au fond de ce vaisseau, en partie sublimé en gouttes solides à sa voûte.

I. *Action sur les bases et sur les sels.*

26. M. Klaproth n'a rien dit de l'action du tellure sur les bases terreuses et alcalines. Il résulte seulement de ses premières expériences que l'oxide de ce métal est bien dissoluble dans les alcalis caustiques liquides. La fusibilité spontanée de cet oxide permet de croire qu'il peut entrer en vitrification avec les terres, et qu'il est susceptible de colorer les verres en jaune de paille.

27. Sa facile combustibilité porte également à penser qu'il doit être promptement brûlé par le nitrate de potasse et par le muriate suroxigéné de la même base. Il n'y a pas de doute que, mêlé en poudre avec deux parties de ce dernier sel, il ne puisse s'enflammer et fulminer par la percussion, comme le font tant d'autres matières métalliques.

K. *Usages.*

28. Il n'y a rien à dire encore sur les usages d'un métal découvert depuis si peu de temps, et qui paraît être jusqu'ici si peu abondant. Mais si on le rencontre dans d'autres mines que celles de Transylvanie, ce qui peut être présumé, on ne doit pas douter qu'il ne puisse devenir d'une grande utilité dans les arts, comme l'indiquent sa fusibilité extrême et son peu d'adhérence pour l'oxigène. Je ne puis m'empêcher de faire remarquer ici, en terminant cet article, combien est importante pour la science la découverte d'un métal qui semble

tenir le milieu entre l'antimoine et le mercure, qui est très-facile à fondre, qu'on obtient si aisément de ses mines ; et combien elle est même supérieure, par les avantages qu'elle promet aux hommes, à celles de l'urane et du titane dues au même chimiste, mais dont le traitement est si difficile, la réductibilité et la fusibilité si bornées.

ARTICLE XIV.

Du mercure.

A. *Histoire.*

1. Le mercure, qui, comme plusieurs autres métaux, paraît avoir reçu son nom de la planète à laquelle il a été comparé par les Perses, à cause de sa nature rapprochée de celle de l'or, comme cet astre l'est du soleil, est connu de la plus haute antiquité. Il y a long-temps qu'en comparant ses propriétés à celles de l'argent, on l'a nommé *vif-argent*, *hydrargyrum*. Dans les espèces d'hiéroglyphes qu'on employait autrefois pour représenter les corps, on avait réuni, pour celui du mercure, les signes du soleil et de la lune, ou de l'or et de l'argent, liés entre eux et soutenus sur une croix. Le signe de l'or était placé au milieu, au-dessus on voyait celui de l'argent qui semblait recouvrir et colorer le premier ; la croix inférieure annonçait qu'il lui restait de l'âcreté. Son usage dans les arts remonte à une très-haute antiquité.

2. Les alchimistes ont beaucoup travaillé ce métal. Ils le regardaient comme très-ressemblant à l'or et à l'argent, ne n'en différant que très-peu ; ils croyaient qu'il ne lui manquait que peu de chose pour devenir l'un ou l'autre, et ils espéraient toujours trouver le moyen de le transmuer dans ces métaux. Quelques-uns même ont assuré avoir réussi.

en opérer la transmutation. Ces adeptes conviennent entre eux qu'il est beaucoup plus aisé de le changer en argent qu'en or. A les entendre, pour le convertir en argent, il n'y a qu'à le fixer. Aussi est-ce dans cette fixation du mercure qu'ils ont fait consister tout l'art du grand œuvre, tout le merveilleux de leur savoir; c'est elle qui a frappé leur attention et réuni tous leurs vœux. Il n'y a cependant aucun fait avéré sur toutes ces prétentions; et plus on avance dans l'étude des propriétés du mercure, plus on trouve de différences entre lui et les métaux dont on l'a cru le plus voisin.

3. A ces opinions exagérées et hypothétiques, comme tout ce qui tient au prétendu art alchimique, les adeptes en ajoutaient une encore plus folle et peut-être plus ridicule. A force de tourmenter ce métal de mille manières et de le regarder comme le premier et le plus important objet de leurs recherches, ces hommes ont poussé l'exagération jusqu'à prétendre que le mercure était un principe de tous les êtres, qu'il était un des élémens de la nature, qu'elle l'employait à la composition de beaucoup de corps, qu'il était contenu dans tous les métaux : c'est pour cela qu'ils distinguaient deux mercures, celui des philosophes, le principe d'un grand nombre de corps qu'ils avaient la prétention de savoir retirer et de posséder exclusivement; et l'autre, le mercure commun, le mercure de tous les hommes, celui qu'on emploie dans les arts. De là est venue l'hypothèse du *principe mercuriel*, ou de la *terre mercurielle*, que Becher a distinguée des autres terres, et qu'il admettait dans tous les corps pesans et volatils en même temps. On imagine bien qu'aucun chimiste n'est parvenu à démontrer cette prétendue terre.

4. Qui croirait que c'est du sein même de ces extravagances et de ces hypothèses dénuées de tout fondement, qu'est cependant sortie l'histoire chimique du mercure? qui pourrait penser que c'est aux recherches laborieuses de ces malheureux et infatigables artisans d'un métier qui n'a jamais existé, que

l'on doit les premières et les plus difficiles découvertes qui aient été faites sur ce beau métal ? Rien n'est cependant mieux démontré que cette assertion. C'est aux alchimistes que l'on doit la connaissance de la volatilité du mercure, de l'art d'en connaître et d'en obtenir la pureté, de son inaltérabilité dans des vaisseaux fermés, de son oxidation par le feu et l'air et des procédés propres à le faire brûler en l'empêchant de se répandre dans l'air, de ses principales combinaisons, de l'immense variété de couleur de ses précipités, de ses sels et de leurs différens états, de son action sur les métaux, de son union avec le soufre, en un mot de ses principales propriétés.

5. De leur côté, les médecins chimistes, toujours agités de l'idée d'approprier les corps naturels au traitement des maladies, de diminuer l'âcreté de celles qui étaient trop actives, de diriger leurs effets, etc., ont fait une foule de travaux sur le mercure et sur ses préparations pharmaceutiques. Ils en ont découvert un grand nombre de propriétés; ils l'ont fait entrer dans une foule de compositions diverses, et ont beaucoup avancé la connaissance des attractions, auxquelles il doit toutes les modifications qu'il est susceptible d'éprouver.

6. Les plus célèbres physiciens, les plus habiles chimistes se sont tous successivement occupés de ce métal; ils ont cherché à en déterminer toutes les propriétés avec plus ou moins d'exactitude; l'emploi qu'on en a fait depuis la fin du siècle dernier, depuis l'époque de Boyle, pour la confection d'un grand nombre de machines de physique, et particulièrement des instrumens météorologiques, a été une occasion fréquente d'en chercher et d'en examiner les divers caractères. C'est ainsi qu'ont été successivement reconnues sa pesanteur, sa phosphorescence, sa dilatabilité, sa volatilité, son altérabilité, sa mobilité, etc.

7. On juge bien qu'une matière métallique aussi intéressante a dû engager tous les chimistes à la prendre successivement pour l'objet de leurs recherches. Il n'en est pas un,

depuis un siècle, qui n'ait travaillé sur les combinaisons du mercure ; et il faudrait les citer tous, les uns après les autres, pour offrir ici le tableau des auteurs qui ont traité de ce métal. Parmi ces hommes habiles il faut cependant distinguer Boerhaave, qui a joint à la sagacité du physicien exercé l'infatigable patience du chimiste, et à qui l'on doit une suite de belles expériences et de grands résultats sur le mercure. Depuis le professeur de Leyde jusqu'à Bergman, qui a écrit une dissertation intéressante sur le sublimé corrosif, la plupart des chimistes ont ajouté chacun quelques faits à la somme de ceux que Boerhaave avait recueillis ou découverts.

8. L'application de la théorie pneumatique a lié tous les faits connus sur les propriétés chimiques du mercure ; elle en a fait trouver un assez grand nombre de nouveaux ; elle a fait concevoir un grand nombre de faits qui n'avaient pu encore être expliqués avant elle ; elle en a tiré de l'oubli plusieurs qui étaient négligés ou comme abandonnés ; elle a dissipé tout ce qui restait obscur ou indéterminé, ou incertain dans l'énoncé de ses propriétés ; elle a conduit les chimistes français à plusieurs découvertes capitales, telles que la différence de la plupart des sels métalliques ou mercuriels entre eux, l'état comparé des différens oxides de mercure, l'action de chaque oxide sur ce métal ou ses oxides, la formation de plusieurs sels triples, la cause de l'énergie et de la causticité même des oxides ou des sels mercuriels, la réduction spontanée de ces oxides, leur décomposition par quelques métaux, la nature et les caractères de plusieurs précipités, l'état divers de certaines de ses dissolutions, l'extinction du mercure dans une foule de substances qu'on avait toujours regardées comme une simple division et qui est une véritable oxidation, etc. etc. Par l'ensemble de ces découvertes, ainsi que par la réunion, le rapprochement, et en quelque sorte le renouvellement de tous les anciens résultats des expériences tentées avant la naissance de la doctrine pneumatique, l'histoire du mercure

n'est pas seulement devenue beaucoup plus exacte et beaucoup plus claire qu'elle ne l'était auparavant; elle a de plus acquis une méthode, une marche régulière et systématique qui la rend comme le précis de toutes les bases de cette doctrine, ainsi que je l'ai déja fait observer pour plusieurs corps aussi importans que celui-ci. Cette dernière considération me fait un devoir de décrire avec beaucoup de soin, et avec toute l'étendue, tous les détails convenables, les propriétés du mercure, qui d'ailleurs est une des matières métalliques les plus utiles à la médecine, aux arts et à toutes les branches de connaissances dont le perfectionnement accélère celui de la raison humaine.

B. *Propriétés physiques.*

9. Le mercure, métal toujours fluide quand il est pur à la surface et dans l'intérieur du globe, est un des métaux les plus brillans et les plus éclatans que l'on connaisse; il fait un très-beau miroir quand sa surface est bien nette. Sa couleur est aussi belle que celle de l'argent, auquel il a été comparé dans tous les temps. Après le platine et l'or, il passe pour le corps le plus lourd que l'on connaisse. Sa pesanteur spécifique est de 13,568, l'eau étant 1,000. Le citoyen Guyton met cependant avant lui le tungstène, auquel il attribue une pesanteur égale à 17,600. Muschenbroëck a donné pour celle du mercure depuis 13,500 jusqu'à 14,110, suivant ses divers degrés de pureté. Aussi les auteurs avaient-ils grand soin de remarquer autrefois que tous les corps les plus lourds nageaient à sa surface, et que l'or seul s'y enfonçait; il faut y ajouter aujourd'hui le platine et le tungstène.

10. La divisibilité de ce métal liquide en une immense quantité de gouttelettes par la pression, a frappé les physiciens qui s'en sont occupés en particulier. Boyle, après l'avoir extrêmement divisé par la distillation en le recevant dans un vaste chapiteau de verre dont il tapissait la surface interne

d'une innombrable quantité de gouttelettes, les a reconnues pour autant de petites sphères ou de miroirs, qui, réunis sur le verre, lui donnaient une couleur blanche très-éclatante. La manière dont il passe par la pression à travers les pores des peaux apprêtées, et son écoulement en pluie d'argent, prouvent encore son extrême divisibilité, comme le font également les maux que sa vapeur produit chez les hommes qui y sont quelque temps exposés. Liebknecht rapporte qu'ayant frappé un globule de mercure de six lignes de diamètre, il l'a divisé en gouttelettes si fines, que le microscope lui en a fait appercevoir 100,000,000. Aussi les physiciens le donnent-ils comme un exemple de la divisibilité de la matière.

11. Il n'est pas surprenant qu'un métal toujours fluide, d'une grande pesanteur, d'un brillant parfait, d'une singulière volatilité en même temps, si utile dans une foule d'arts, si remarquable, et si différent de tous les autres métaux dans ses combinaisons et ses propriétés chimiques, ait été regardé comme un corps indépendant en quelque sorte, comme une matière hors de rang, et même comme une espèce de principe qui pouvait communiquer à d'autres corps une partie de ses propriétés caractéristiques. C'était l'eau qui ne mouille point, *aqua non madefaciens manus*, de quelques auteurs, l'argent mobile, *argentum mobile*, de quelques anciens; mots qui ont été vraiment traduits dans cette expression française de *vif-argent*. C'était un agent puissant de la nature, comme il paraissait être un agent si important de l'art.

12. Cependant on a trop compté dans les idées singulières et dans les prétentions exagérées des alchimistes sur la fluidité du mercure, comme sur une propriété indélébile. Boerhaave disait encore, dans ses Elémens de chimie, que le mercure ne pouvait être solidifié par aucun froid, quoiqu'il admît une condensation à $\frac{1}{269}$ de son volume primitif; ce qui ne peut pas avoir lieu dans sa véritable congélation. Cette assertion de Boerhaave et des autres physiciens qui l'ont suivi a

été reconnue fausse en 1759 : cette année, les académiciens de Pétersbourg, profitant d'un froid naturel excessif pour quelques expériences sur ses effets, l'augmentèrent encore par le mélange de neige et d'acide nitreux fumant ; le thermomètre à mercure dont ils se servaient descendit à 213 degrés de la graduation de Delisle, répondant à 46 — 0 de l'échelle de Réaumur. Comme le mercure ne descendit plus, et parut stationaire, ces savans cassèrent la boule de verre de leur instrument, et y trouvèrent le mercure gelé, formant un corps solide qui se laissait étendre par le marteau. Ils découvrirent donc que le mercure pouvait devenir solide, et qu'il jouissait dans cet état d'un certain degré de ductilité ; ils remarquèrent qu'à chaque coup de marteau, la pression, refoulant le calorique dans l'intérieur du métal, le fondait, et qu'il coulait en globules.

13. Cette première expérience n'a été, en quelque sorte, qu'un éveil donné aux physiciens sur une propriété inconnue, et même refusée jusque-là au mercure ; elle a été ensuite répétée un grand nombre de fois, et est devenue dans les derniers temps une expérience aussi facile et aussi simple que la plupart de celles que l'on fait en chimie. Pallas a fait congeler le mercure en 1772, à Krasnejark, par un froid naturel de 55 degrés et demi de la graduation de Fahrenheit : il a observé qu'il ressemblait alors à de l'étain mou ; qu'on pouvait l'aplatir ; qu'il se rompait facilement, et que ses morceaux rapprochés se collaient ou se soudaient, comme cela a lieu dans tous les autres métaux ramollis : mais il est clair qu'il n'a point obtenu une véritable solidification ou concrétion complète, puisque le mercure était encore mou et à demi-congelé seulement. En 1775, M. Hudchius a observé la même congélation à Albanifort, et M. Bicker à Rotterdam, en 1776, au degré 56 au-dessous de 0. En 1783, on est parvenu en Angleterre à opérer la congélation du mercure à un froid moindre ; et M. Cavendish a prouvé que

31,5 — o du thermomètre de Réaumur était le véritable degré où elle avait lieu.

14. Dans l'enceinte de l'école polytechnique, et presque aux premiers jours de son installation, le 18 nivose l'an 3e de la République (5 janvier 1795), on a fait l'expérience de la congélation du mercure dans des mélanges refroidissans de glace et de muriate de soude, de glace et d'acide nitrique. L'atmosphère étant à 9 — o, un thermomètre alcoolique est descendu par le refroidissement de ces mélanges, se servant réciproquement de bains à 31 — o. Le mercure bien pur, qui était plongé dans ce froid de 31 — o, et qui était renfermé dans des boules de verre mince, a passé à l'état solide. Au moment où sa congélation a eu lieu, celui qui tenait le tube de verre dans sa main a senti une petite secousse produite par une retraite subite du métal figé; espèce de phénomène qu'on éprouve aussi très-sensiblement lorsque le phosphore se fige. On a observé dans le mercure une cristallisation manifeste en très-petits octaèdres. Pelletier ayant mis ce mercure solidifié dans le creux de sa main, a éprouvé une douleur qu'il a comparée à une brûlure. Le lieu de la peau occupé pendant un certain temps par ce corps offrait une tache blanche qui est devenue rouge, et est restée bien visible plusieurs jours après l'expérience. Ce mercure, battu sur un tas d'acier et avec un marteau refroidi à — 17, s'est fortement aplati, a présenté une ductilité assez prononcée.

15. Les physiciens de l'école polytechnique ont voulu savoir encore quel était le rapport de capacité du mercure solide à celle du mercure liquide, et combien il absorbait de calorique pour se liquéfier; ce qu'ils ont fait, autant que cela leur a été possible, en mêlant dans un charbon creux du mercure solide à 31 — o avec du mercure liquide à 8 + o. Le résultat de température qu'ils ont obtenu les a portés à conclure, sinon avec exactitude, au moins d'une manière rapprochée, que le mercure solide absorbait, pour se fondre,

une quantité de calorique qui, si elle était portée sur la même proportion de mercure coulant, éléverait sa température de près de soixante-neuf degrés, c'est-à-dire l'échaufferait jusqu'à près de 38 + o de Réaumur ; qu'il était conséquemment beaucoup moins dilatable par une même dose de calorique dans son état solide que dans son état liquide.

16. Ce résultat, qui n'est encore rigoureux que dans sa généralité, est d'accord avec une propriété singulière qu'on a observée un grand nombre de fois dans le mercure : c'est que le mercure, au moment où il se gèle, se contracte subitement d'une quantité considérable ; ce qui est la cause de l'espèce de secousse ou de commotion qu'on éprouve en tenant les vases où se fait cette congélation. Ce phénomène a même trompé plusieurs observateurs, qui observant la solidification du mercure, ont jugé de l'abaissement de température à laquelle elle avait lieu, en prenant pour mesure de cet abaissement le point où ce métal était descendu dans le thermomètre au moment même de sa congélation ; point qui donne de plus que le produit de la congélation l'effet de son resserrement subit ou de sa contraction instantanée.

17. On a conclu de l'aplatissement que le mercure solidifié à 31 — o éprouve par la percussion du marteau, que ce métal jouissait d'un certain degré de ductilité, et c'est pour cela que je l'ai placé avec le zinc dans la troisième division des métaux dont le caractère est la demi-ductilité. Mais on sent bien que cette propriété est très-bornée, qu'elle a des limites très-étroites, qu'on ne peut même la déterminer qu'avec beaucoup de difficultés, et qu'on est encore loin de l'avoir convenablement appréciée. On n'a pas même pris la précaution, excepté dans la dernière expérience citée qui n'a pas cependant pu être portée assez loin, de se servir, pour éprouver la malléabilité du mercure, d'instrumens refroidis à la température basse, qui seule peut le maintenir dans son état solide : aussi a-t-il coulé promptement et presque dès

les premiers coups de marteau qu'on lui a donnés dans les premiers essais sur-tout ; car dans ceux de l'École polytechnique, le tas d'acier et le marteau ayant été refroidis à 17 — 0, la sphère de mercure solide a été battue de plusieurs coups sans se gercer, sans se fondre ; et ce n'est que dans l'état de globe aplati que le citoyen Pelletier l'a placé et tenu quelque temps dans le creux de sa main. On ne connaît donc ni la tenacité, ni la dureté, ni l'élasticité du mercure ; on sait seulement que ces propriétés y sont très-faibles.

18. On insistait beaucoup autrefois sur la sécheresse et la propriété non mouillante du mercure, et il est vrai que ce métal liquide ne s'attache à aucun des corps que l'eau, les huiles ou d'autres liqueurs mouillent. Mais comme cette propriété de mouiller dépend manifestement de l'attraction de surface que ces liquides exercent sur les corps, il est évident que le mercure ne les mouille pas ou ne s'attache point à leur surface en raison du peu d'attraction qu'il a pour elle : aussi mouille-t-il véritablement les substances avec lesquelles il peut s'unir, comme les métaux qu'il dissout, l'or, l'argent, l'étain, le plomb, etc. ; aussi ne peut-on en priver la surface de ceux-ci, à laquelle il adhère fortement, que par l'action du feu quand ils ne sont pas fusibles, ou par des actions chimiques employées alors à détruire la véritable combinaison qu'il a faite avec eux.

19. Comme métal toujours fondu, toujours liquide à la température de nos climats, le mercure affecte constamment la forme de globules parfaits lorsqu'on le divise. Quand il est renfermé dans un flacon de verre ou dans un tube de même matière, sa surface est convexe, ce qui dépend du peu d'attraction qu'il a pour les molécules du verre : en effet, si on le verse dans un vase ou dans un tube métallique auquel il puisse s'allier, au lieu de rester convexe, sa surface devient concave. Comme cette surface arrondie, courbe et convexe, peut faire naître quelques erreurs dans les observations baro-

métriques, sur-tout dans celles que l'on fait avec des tubes de calibre mince, dont l'élévation du mercure doit être la mesure exacte de la hauteur des lieux que l'on veut connaître, on a cherché à faire disparaître cette source d'illusions, en rendant la surface mercurielle plate. Cassebois y est parvenu en faisant bouillir long-temps le mercure dans les tubes barométriques ; alors on l'avait sur-tout dans les tubes de gros calibre presque parfaitement horizontal. Il paraît que cette horizontalité est due à la séparation exacte de l'eau, qui adhère si fréquemment au mercure ; car en y introduisant quelques gouttes de ce liquide, la convexité de la surface reparaît à l'instant même, quoique la petite quantité d'eau ajoutée ne soit pas visible.

20. On n'a point encore déterminé d'une manière très-exacte la dilatabilité du mercure par le feu ; on sait qu'il est très-bon conducteur du calorique, que c'est pour cela qu'il paraît si froid lorsqu'on y plonge la main, parce qu'il enlève promptement et par un grand nombre de points à la fois le calorique de la peau ; que c'est encore en raison de cette propriété conductrice qu'un fer rouge, plongé dans le mercure, y perd à l'instant même sa rougeur qu'il aurait conservée quelque temps dans l'air et même dans l'eau. Sa dilatation par le calorique est assez constante dans sa marche, et voilà pourquoi on l'emploie dans la construction des thermomètres. Quand il est pénétré d'une quantité de ce principe, qui n'a point encore été bien déterminée, mais qu'on estime à 140 degrés du thermomètre de Réaumur, le mercure bout, se réduit en vapeur et se volatilise. Si cette expérience est faite dans l'air, le mercure se condense d'abord en une fumée blanche qui peut nuire beaucoup aux animaux, et par laquelle j'ai vu un homme frappé d'asphixie et de paralysie. Si on la fait dans des vaisseaux fermés de manière à ce que la matière se fige et se liquéfie promptement, cela devient un moyen de distillation, dans laquelle le métal volatil se comporte comme

tout autre liquide distillé. Dans cette opération, souvent employée pour purifier le mercure, on a coutume d'adapter au bec de la cornue de fer ou de grès qu'on y emploie, un canal de linge dont l'extrémité plonge dans l'eau qui remplit le récipient. Par cet appareil, le mercure est promptement condensé en liquide, et recueilli tout entier sous l'eau, dont on le sépare ensuite en le frottant avec des papiers non collés, en le desséchant à un feu doux, en le passant à travers une peau, en le malaxant avec de la mie de pain, du son bien sec, et différens moyens desséchans de la même nature. C'est en raison de cette distillation facile du mercure que les chimistes l'ont regardé comme le plus volatil des métaux.

21. Dans sa réduction en vapeur par le moyen du feu et sa condensation successive, le mercure n'éprouve aucune altération, si les vaisseaux qui servent à cette opération ne contiennent pas beaucoup d'air, si l'appareil est bien clos, et si la vapeur du mercure est promptement condensée par le contact de l'eau froide. La distillation n'est qu'un simple changement physique d'état et de forme, opéré par le feu sur le mercure, et il ne lui arrive aucune altération chimique. Boerhaave a eu la patience de distiller du mercure 510 fois de suite; il ne lui est rien arrivé : seulement il a cru remarquer que ce métal était plus brillant, plus pesant et plus fluide qu'auparavant. A la vérité, il a obtenu dans cette pénible expérience un peu de poudre grise qui ne lui a paru que du mercure très-divisé, et qui n'avait besoin que d'être triturée dans un mortier pour redevenir du mercure brillant et coulant. On verra bientôt que c'était un peu d'oxide noir de ce métal.

22. Les alchimistes ont pensé que l'exposition du mercure à une haute température était un moyen de le fixer ou de lui enlever sa fusibilité et sa volatilité. Pour cela, plusieurs ont conseillé de l'enfermer dans des vaisseaux épais et d'une

grande résistance, et de le soumettre ainsi à l'action d'un feu violent plus ou moins long-temps continué : mais les essais qui ont été faits dans ce genre ont prouvé qu'il en est de ce corps comme de tous ceux qui sont très-expansibles et très-volatils, et que loin de pouvoir le fixer, le feu ne fait qu'en écarter les molécules, au point que, dans un grand état d'expansion, il brise avec violence tous les obstacles qui s'opposent à cet écartement. Hellot a rapporté à l'académie des sciences qu'un particulier ayant voulu fixer le mercure, en avait mis une certaine quantité dans une boule de fer très-bien soudée : on jeta cette boule au milieu d'un brasier ardent ; mais à peine fut-elle rouge, que le mercure brisa son enveloppe avec un grand bruit, et s'élança à perte de vue. Le même phénomène arriva chez Geoffroy l'apothicaire. Un alchimiste remplit une boule de fer renfermée dans plusieurs autres sphères, dont la dernière était serrée par deux bandes de fer très-fortes placées en croix, et la fit jeter dans un fourneau bien allumé pour la faire rougir. A une certaine époque, le mercure rompit ses liens avec un grand fracas ; les fragmens de fer furent lancés avec tant de force, que des cloisons furent percées et des murs pénétrés comme par des éclats de bombe. On fait la même expérience, sans un pareil danger, en enfermant du mercure dans de petites bouteilles de verre qu'on ferme à la lampe à leur extrémité : on jette ces bouteilles au milieu des charbons, dans un fourneau placé en plein air. Ces vaisseaux se brisent avec bruit, et le mercure, à l'expansion duquel rien ne résiste, saute en vapeur.

23. Le mercure est très-bon conducteur de l'électricité, et de la propriété animale connue sous le nom de galvanisme. C'est à sa propriété électrique qu'est due vraisemblablement la phosphorescence et la lumière assez éclatante qu'il exhale lorsqu'on l'agite dans le vide. Ce phénomène a été observé, pour la première fois en 1675 par Picard, géomètre français,

membre de l'académie des sciences de Paris. Ce physicien, en transportant, la nuit, dans un lieu obscur un baromètre qu'on conservait depuis plusieurs années à l'observatoire de Paris, observa que le mercure agité dans le tube jetait des étincelles lumineuses semblables à celles que lance le phosphore exposé à l'air. On répéta alors cette expérience sur plusieurs autres baromètres, et on n'en trouva qu'un, appartenant au célèbre Cassini, astronome, qui présenta le même phénomène. Il fut fait mention de cette propriété dans un Traité des thermomètres, des baromètres et des hygromètres, publié à Paris en 1686, et à Amsterdam en 1708. Les journaux du temps en parlèrent aussi; mais vingt-cinq ans se passèrent avant qu'on en reprît l'examen. Le célèbre Bernoulli décrivit en 1719, dans un ouvrage, *ex professo*, *de mercurio lucente in vacuo*, la manière de faire des baromètres lumineux, et proposa une espèce de clepsydre formé par ce métal, coulant d'un tube dans un autre, et qui, pendant la nuit, devait indiquer l'heure, par la diminution progressive et proportionnelle de la colonne phosphorescente. S'Gravesande, Weidler, Hauksbée, Homberg, Leibnitz, en s'occupant de la même propriété, en firent des applications plus ou moins ingénieuses à des pluies lumineuses, à des ruisseaux éclairans, à des lampes perpétuelles, et comparèrent cette phosphorescence à celle de plusieurs autres matières. Bientôt les physiciens, en confirmant l'existence de cette propriété, s'apperçurent qu'elle n'était pas constante, qu'elle variait, qu'elle n'avait lieu que dans des temps chauds et secs, que lorsque le vide était parfait, le mercure bien pur, et qu'elle s'affaiblissait même peu à peu avec l'existence de toutes ces conditions. On a reconnu que cette phosphorescence était un phénomène électrique qui n'avait lieu que par le frottement du mercure contre les parois du tube, et que ce métal n'éprouvait par là aucune altération sensible.

24. On ne peut méconnaître une odeur et une saveur bien

marquées dans le mercure. Il suffit de le frotter quelque temps dans ses mains pour s'assurer de cette propriété. La peau en retient assez, et il est assez divisé sur cet organe pour que les nerfs olfactifs en soient très-sensiblement affectés. En le passant aussi sur la langue, on y trouve une espèce de saveur âcre, comme austère et métallique, qui, quoiqu'analogue à celle de plusieurs autres substances métalliques, a cependant un caractère particulier bien prononcé que l'habitude apprend à distinguer. C'est à cette saveur que plusieurs médecins attribuent la propriété bien avérée qu'a le mercure de tuer les petits insectes et les vers; c'est aussi à cela que plusieurs rapportent les effets de ce métal dans quelques affections cutanées, dont ils ont en même temps cru trouver et expliquer la cause dans des insectes microscopiques, quoique leur existence n'ait jamais été exactement prouvée ni admise par un grand nombre d'autres hommes de l'art.

C. *Histoire naturelle.*

25. Il n'y a encore que quatre états bien connus ou quatre espèces de mines bien déterminées du mercure dans l'intérieur de la terre : le premier est le mercure natif; le second, le mercure allié ou amalgamé; le troisième est le sulfure rouge de ce métal, et le quatrième le muriate de mercure. En général, les mines de mercure ne sont point en si grande quantité et en si grande masse dans la nature que celles de beaucoup d'autres métaux. C'est une grande richesse pour les pays où elles existent; l'Espagne, le Palatinat et le Frioul, ainsi que quelques contrées de l'Amérique sont les plus favorisées de la nature pour cette production qui est utile à un grand nombre d'arts.

26. Le mercure natif, qu'on nommait mercure vierge, est sous forme de globules liquides qu'on reconnaît très-facilement à leur brillant et à leur liquidité. Il se trouve communément

dans des terres ou des pierres tendres et friables, et souvent interposé entre les fentes et dans les cavités de ses propres mines, sur-tout de son sulfure. Il est rare qu'il soit parfaitement pur, et souvent il contient quelqu'autre métal auquel il est allié : mais quand il est bien coulant, on le regarde comme pur ou vraiment natif. A Ydria, en Espagne, et en Amérique, on le ramasse dans les cavités et les fentes des rochers, où il suinte de toutes parts. Il est coulant dans de l'argile à Almaden, et dans des lits de craie en Sicile. On le trouve aussi dans des mines d'argent, de plomb, et même mêlé à l'acide arsenieux, ou oxide d'arsenic blanc.

27. Le mercure, allié d'autres métaux, existe plus souvent dans la nature que le mercure natif, puisqu'il est rare que ce dernier soit entièrement pur, et qu'il ne contienne pas quelque métal étranger. L'amalgame la plus fréquente et la plus comme est une combinaison de mercure et d'argent. Elle est tantôt en lames ou couches superficielles étendues sur la surface de la gangue, tantôt en grains solides qui adhèrent à ses cavités qu'elles tapissent. La proportion de ces deux métaux composans varie beaucoup : souvent le mercure y est tellement abondant que l'amalgame est pâteuse ou demi-liquide. Bergman parle aussi d'amalgame native d'or et de bismuth. Quelques minéralogistes annoncent que l'amalgame d'argent se trouve cristallisée.

28. Le sulfure rouge de mercure, connu sous le nom barbare de *cinnabre*, est une mine d'une couleur variée dans sa nuance, depuis le rouge vif et brillant du vermillon jusqu'au brun semblable à certains oxides de fer ; sa pesanteur est assez considérable ; Muschenbroeck l'a estimée à 2.233 : M. Kirwan la détermine à 7.000. Tantôt il est en masses compactes, quelquefois lamelleuses, faisant partie de filons ; tantôt il est en petits cristaux indéterminés que M. Kirwan dit être des cubes, et d'autres des prismes triangulaires ou des pyramides, d'un rouge transparent de rubis ; on le trouve encore en

poudre, d'un rouge vif ou en efflorescence qu'on nomme alors *vermillon* natif, ou *fleurs de cinnabre*. Il n'a point naturellement d'éclat métallique; cependant cet éclat se montre dans les fractures récentes; il disparaît constamment pour faire place à la belle couleur rouge qui le caractérise lorsqu'on gratte la partie cassée. Le citoyen Haüy a trouvé que des morceaux bien lamelleux se divisaient avec beaucoup de netteté parallèlement aux pans d'un prisme hexaèdre régulier. Suivant le même minéralogiste, la cassure de cette mine est raboteuse dans le sens des bases des prismes dont je viens de parler. Il annonce au reste n'avoir point encore été à portée d'appliquer la théorie aux cristaux de cette espèce. On rencontre encore le sulfure de mercure mêlé avec des pierres ou des sables qui sont alors rouges et très-pesans.

29. La quatrième espèce de mine de ce métal est le muriate de mercure. On le nomme aussi *mercure corné*, ou mercure minéralisé par l'acide muriatique. C'est M. Woulfe, chimiste anglais, qui a découvert le premier cette mine à Obermuschel, aux Deux-Ponts; elle est toujours mêlée d'un peu de sulfate de mercure. Ce sel natif est brillant, blanc, lamelleux; quelquefois on le trouve jaune ou noirâtre, mêlé de sulfure de mercure. Le muriate de mercure y est à l'état suroxigéné.

30. A ces quatre espèces bien distinctes, plusieurs minéralogistes ont ajouté quelques autres mines de mercure, qui n'ont point cependant été généralement reconnues, ou qui appartiennent manifestement à d'autres métaux. Le citoyen Sage a décrit un oxide de mercure natif, venant d'Ydria, dans le Frioul, d'un rouge brun, fort doux, grenu dans sa cassure, mêlé de quelques globules de mercure coulant. Il assure que cette mine se réduit seule et sans addition en mercure coulant par l'action du feu. M. Kirwan la regarde comme du carbonate de mercure natif; il contient 0.91 de mercure. Le baron de Born parle aussi d'un oxide de mercure natif, dans

son catalogue de minéralogie, du cabinet de mademoiselle de Raab. Cronstedt a cité dans sa Minéralogie une mine de mercure dans laquelle ce métal est uni au soufre et au cuivre ; elle est, d'après sa description, d'un gris noirâtre, fragile et très-pesante ; sa fracture est vitreuse ; elle décrépite au feu ; elle se trouve à Muschel-Landsberg. Le citoyen Monnet a indiqué, dans son Système de minéralogie, une mine apportée en 1768 du Dauphiné par Montigny, où il dit avoir trouvé tout à la fois du mercure, du soufre, de l'arsenic, du cobalt, du fer et de l'argent. Mais comme ce n'est qu'un mélange gris et friable, où il n'y a que $\frac{1}{100}$ de mercure, et $\frac{1}{500}$ d'argent ; il est évident qu'on ne doit pas le rapporter aux mines de mercure. Enfin le baron de Born a parlé encore d'un sulfure de mercure alcalin ; mais les minéralogistes modernes en regardent avec raison l'existence comme très-douteuse. Parmi ces quatre dernières mines, il est évident qu'il ne faudrait ajouter à celles que j'ai indiquées comme constantes, bien distinctes et bien prononcées, que le carbonate de mercure ou l'oxide natif, si son existence était bien constatée ; car celle de Cronstedt n'est qu'une pyrite cuivreuse ou un sulfure de cuivre, tenant du mercure, vraisemblablement disséminé et non combiné.

D. *Docimasie et métallurgie.*

31. Avant Bergman, l'essai des mines de mercure, et spécialement du sulfure natif de ce métal, car on ne faisait guère d'attention qu'à celui-ci, était une opération, on fort incomplète, ou très-superficielle. Pour connaître une mine qui contenait du mercure, on la mêlait en poudre avec de la chaux ou de l'alcali ; on jetait ce mélange sur une brique chaude qu'à l'instant même on recouvrait d'une cloche, dans laquelle le mercure se volatilisait et se condensait en s'attachant en gouttelettes sur ses parois. Quand cet essai, qui était souvent suffisant pour engager à un travail en grand, à cause du prix de

ce métal, ne suffisait pas, et quand on voulait apprécier ce que cette mine contenait ou pouvait donner de mercure, on la distillait avec des matières capables de retenir le soufre et d'en dégager le mercure, telles que la chaux, les alcalis, le fer. On mettait de l'eau dans le récipient, on attachait un linge au bec de la cornue de grès dont on se servait, et après l'opération on pesait le mercure obtenu, et l'on déterminait aussi la diminution de poids de ce qui restait dans la cornue.

32. A ces procédés défectueux, Bergman a proposé de substituer de véritables procédés analytiques, dans sa Dissertation sur la docimasie humide. Le mercure natif est si souvent allié de quelques métaux étrangers, qu'il est utile d'en déterminer la proportion ; pour cela il propose de le dissoudre complétement dans l'acide nitrique. S'il contient de l'or, celui-ci reste en poudre au fond de la dissolution ; si c'est du bismuth, on le précipite par l'eau, qui ne sépare point l'oxide de mercure. On découvre l'argent en précipitant la dissolution par le muriate de soude ; le muriate d'argent et celui de mercure se déposent ensemble, mais le dernier se dissout dans l'eau beaucoup plus facilement que le premier, et on les sépare à l'aide de ce procédé simple. On pourrait le faire encore mieux par l'acide muriatique oxigéné, qui dissoudrait le muriate de mercure sans toucher au muriate d'argent. Les procédés docimastiques sont les mêmes pour les amalgames natives.

33. Le sulfure rouge de mercure est plus difficile à traiter par les acides qui ne l'attaquent que très-difficilement. Cependant il est décomposé en le faisant bouillir légèrement avec huit fois son poids d'un mélange de trois parties d'acide nitrique et d'une partie d'acide muriatique ; la partie métallique est dissoute et le soufre reste en poudre jaunâtre. Je propose de substituer l'acide muriatique oxigéné à cet acide mixte. Bergman avait déja conseillé de traiter ce sulfure par l'acide muriatique et l'oxide de manganèse ; mais le mélange de ce

dernier rendant le soufre très-difficile à séparer, je préfère l'action immédiate de l'acide muriatique oxigéné. On trouve par là que 100 parties de sulfure rouge de mercure contiennent 0.80 de métal et 0.20 de soufre. Le mercure, dans cette combinaison naturelle, est manifestement à l'état d'oxide, et ce composé mériterait mieux le nom d'oxide de mercure sulfuré, que celui de sulfure de mercure.

34. Quant aux muriate et sulfate natifs de mercure, Bergman prescrit de les traiter par l'acide muriatique, qui s'empare de l'oxide de mercure uni à la portion d'acide sulfurique et réduit ainsi toute la masse à l'état de muriate de mercure: on précipite la liqueur surnageante par le muriate de barite, qui donne le poids de l'acide sulfurique contenu dans le sel natif, au moyen du sulfate de barite précipité, et conséquemment celui du muriate de mercure qui y était mêlé primitivement.

35. A ces procédés docimastiques, je dois ajouter les moyens de reconnaître la pureté du mercure, et ceux de se le procurer très-pur. La cupidité altère souvent ce métal, qui est d'un prix toujours plus ou moins élevé dans le commerce. C'est par l'addition du plomb et du bismuth, dont les amalgames, solides séparément, ont la propriété de prendre beaucoup de liquidité lorsqu'on les mêle, qu'on sophistique le plus ordinairement le mercure très-peu changé par là dans sa liquéfaction.

Plusieurs auteurs ont assuré qu'il pouvait en contenir un quart de son poids, sans qu'il y paraisse bien sensiblement à sa liquidité. On juge que le mercure est impur, suivant la réunion de tous les signes donnés par les auteurs, par sa couleur variée et terne, les impuretés, la crasse dont il est couvert; par celles qu'il laisse sur les vaisseaux vernissés blancs, à la surface desquels on le promène; par la couleur noire dont il salit les mains ou les corps blancs sur lesquels on le frotte; parce qu'il ne se divise pas facilement en globules arrondis, mais semble s'aplatir, se rider, adhérer aux vases lorsqu'on le fait cou-

ler, se hérisser sur ses bords, faire, comme on dit, la queue; par les globules qui ne se réunissent pas promptement dans leur contact; par la quantité de poudre noire et grise et de molécules étrangères à sa nature qui restent sur la peau, à travers laquelle on le fait passer; par la poussière noire qu'il donne lorsqu'on l'agite avec l'eau; parce qu'il ne s'évapore pas promptement et tout entier au feu; parce qu'il laisse une trace tachée sur les corps dans lesquels on l'a chauffé; parce qu'il donne des dissolutions colorées dans les acides; parce qu'enfin en en faisant chauffer une petite portion dans une cuiller de fer neuve, il y dépose, en se volatilisant, une croûte sale et fixe, formée par les matières étrangères qu'il contenait.

36. J'observerai sur tous ces signes ou caractères de l'impureté du mercure qui viennent d'être énoncés, que celui de tous qui est le plus sûr et sur lequel on doit compter davantage, c'est la distillation de ce métal dans une cornue de grès, et l'examen du résidu qu'il laisse: encore n'est-ce-là qu'un moyen préparatoire et qui met sur la voie d'un essai plus exact, en annonçant si le mercure qu'on examine contient une quantité notable de corps étrangers; car on a remarqué que le mercure, en se volatilisant, entraînait avec lui une portion des métaux fixes qui l'altéraient. Aussi, pour connaître avec précision la pureté du mercure, n'y a-t-il pas de meilleur moyen que de le dissoudre à froid dans l'acide nitrique en excès; la dissolution se trouble par l'eau, si elle contient du bismuth, et le poids de ce précipité donne celui de ce métal: ensuite on la précipite entièrement par l'acide muriatique; et si le précipité est mélangé de muriate de mercure et de muriate de plomb, le premier étant volatil, et le second fixe et fusible, on le chauffe dans une cornue de verre, et on juge, par la proportion comparée de sublimé et de résidu que l'on obtient, du mélange que l'on avait. J'ajouterai, à cette occasion, que depuis que de grandes quantités de mercure sont nécessaires dans les laboratoires pour les

expériences des gaz, j'ai eu de fréquentes occasions d'examiner ce métal pour n'être pas trompé dans l'achat, et que je n'y ai jamais trouvé plus de quatre ou de cinq centièmes de corps étrangers ; que je me suis convaincu que souvent le mercure était sale, couvert de poussière, terne, coulant mal, et faisant la queue même très-fortement, sans qu'il contînt pour cela une quantité notable de métaux à vil prix, et que presque toujours cela dépendait d'un commencement d'oxidation, ou même de l'humidité contractée par le mercure.

37. Dans la crainte d'employer du mercure impur pour les usages importans auxquels ce métal est consacré, soit en médecine, soit en physique et en chimie, soit dans plusieurs arts, on a toujours conseillé de l'extraire soi-même du sulfure de mercure : c'est ce qu'on a nommé *mercure revivifié* ou *ressuscité du cinnabre*, expression qui rend assez bien l'état oxidé du mercure dans sa mine. On fait ordinairement cette opération dans les laboratoires de chimie et de pharmacie, en distillant dans une cornue de fer ou de grès un mélange de fer et d'oxide de mercure sulfuré natif ou artificiel ; car, comme on le verra plus bas, ce composé artificiel est bien plus fréquent dans le commerce : le fer est ajouté, à la quantité d'une demi-partie sur une partie de *cinnabre*, et bien mêlé en limaille fine avec ce composé mercuriel, par une exacte trituration. La distillation est faite avec les précautions déja indiquées ; on lie au bec de la cornue un morceau de linge qui forme un canal et plonge dans l'eau dont le récipient est à moitié rempli. Le fer qui a plus d'attraction pour l'oxigène et pour le soufre que n'en a le mercure, désoxide et désulfure le métal, qui monte en vapeur, et se condense dans l'eau ; il reste dans la cornue un sulfure de fer où ce métal est un peu oxidé. Le mercure ainsi obtenu, séché et passé à la peau, est très-pur et très-brillant.

38. C'est par des procédés analogues à celui qui vient d'être décrit, qu'on extrait en grand le mercure de ses mines. Celui

qui est coulant et disséminé en globules entre les pierres est recueilli facilement, en les délayant dans l'eau après les avoir broyées; le métal se précipite, et l'eau entraîne en s'écoulant les molécules terreuses. C'est ainsi qu'on retire le mercure natif et liquide dans le Frioul à Ydria. Quant au cinnabre ou sulfure de mercure naturel, on observera d'abord qu'on ne peut pas le griller, soit pour l'attendrir, soit pour en séparer le soufre au moins en partie, parce que le sulfure se dissiperait par l'action du feu. Comme la nature le présente presque toujours mélangé avec une substance calcaire ou ferrugineuse, l'une et l'autre de ces gangues deviennent des espèces d'intermèdes très-propres à décomposer le sulfure, à en absorber le soufre, à en désoxider le métal, et à favoriser conséquemment sa volatilisation par la chaleur.

39. Les procédés de cette extraction du mercure, toujours fondés sur la distillation, varient suivant les lieux où on les pratique. Antoine Jussieu a décrit, dans les Mémoires de l'académie des sciences pour 1719, le travail qu'on fait à Almaden en Espagne pour obtenir ce métal. Il a observé d'abord que les mines de ce pays ne donnent aucune exhalaison funeste aux végétaux, que les environs et le sol situé au-dessus d'elles sont très-fertiles, que leur exploitation n'a aucun danger pour les ouvriers, qu'il n'y a que les forçats occupés dans l'intérieur qui soient attaqués de maladies graves, en raison du mercure volatilisé par les feux qu'ils sont obligés d'y allumer. La mine d'Almaden contient, suivant cet auteur, du fer et un peu de carbonate de chaux. On l'introduit dans des espèces de fourneaux de réverbère qu'on chauffe dans le cendrier. Ce fourneau n'a d'ouvertures que huit trous pratiqués à sa partie postérieure; à chacun de ces trous est adaptée une file d'aludels de terre dont le dernier aboutit à un petit bâtiment assez éloigné du fourneau. Entre les deux extrémités de l'appareil, le fourneau et le bâtiment, est pratiquée une petite terrasse formée de deux plans inclinés

qui soutiennent les aludels ; lorsque quelque jointure mal lutée de ceux-ci laisse échapper du mercure, ses globules se réunissent dans la jonction des plans inclinés de cette terrasse. Le feu appliqué au sulfure de mercure opère sa décomposition par la chaux et le fer, qui absorbent le soufre et l'oxigène. Le mercure réduit en vapeur s'arrête en partie, passe dans les aludels, et s'écoule en partie par la pente douce qu'ils ont jusque dans le petit bâtiment. Quand l'opération est finie, et l'ensemble de l'appareil refroidi, on transporte tous les aludels dans la chambre de ce bâtiment pour les vider, et réunir le mercure qu'ils contiennent dans une fosse placée au milieu de cette chambre, vers laquelle il se sublime de toutes parts. On envoie ensuite ce mercure dans des peaux et dans des tonneaux qui en contiennent plusieurs quintaux, et qu'on nomme *bouillons* dans le commerce.

40. On trouve dans les Mémoires de la même académie pour 1776, une description du procédé suivi dans le Palatinat pour l'extraction du mercure, par le citoyen Sage. On a, dans ce lieu, une galère chargée de quarante-huit cornues de fonte, dont l'épaisseur est d'un pouce, la longueur de plus d'un mètre, et qui contiennent environ vingt-neuf kilogrammes (soixante livres) de matières. Ces cornues sont fixées à demeure sur le fourneau qui les supporte. On y introduit, à l'aide d'une cuiller de fer, un mélange de trois parties de la mine bien bocardée et d'une partie de chaux éteinte ; on chauffe avec du charbon de terre que l'on met par les deux extrémités du fourneau, dont les côtés sont percés de plusieurs ouvertures qui établissent des courans, et font brûler le charbon. Le mercure se sépare et se volatilise à l'aide de la réaction de la chaux sur le soufre ; on le recueille dans des récipiens de terre adaptés aux cornues, et remplis d'eau jusqu'au tiers de leur capacité. Cette opération dure dix à onze heures. On voit que, fondée sur les

mêmes principes que la précédente, elle n'en diffère que par la forme des appareils.

E. *Oxidabilité par l'air.*

41. On ne croyait point autrefois que le mercure fût susceptible de brûler, et on le regardait comme inaltérable. C'est en examinant avec soin cette propriété, que la chimie moderne a fait ses premières et ses plus précieuses découvertes, et c'est de celles-ci qu'est née la doctrine pneumatique. Non seulement le mercure est oxidable comme tous les métaux, mais encore il a deux manières de brûler, deux genres de combustion, comme la plupart des substances métalliques : l'une est la combustion légère et imparfaite qui a lieu à une très-basse température ; l'autre est la combustion complete et forte qui ne s'opère qu'à une température très-élevée. La première n'a été long-temps regardée que comme une division du mercure ; elle a été très-bien décrite sous ce dernier point de vue par Boerhaave. Il a changé par elle, sans en connaître la cause, du mercure en une poudre noire qu'il a nommée *éthiops per se*, et dont il a connu, soit la réductibilité par la chaleur, soit la diminution de poids pendant sa réduction. L'autre, qui a été regardée par les alchimistes comme une espèce de fixation ou de précipitation du mercure, n'a lieu qu'à la température de son ébullition, le convertit en une poussière rouge qu'ils avaient nommée *mercure précipité per se*. Il faut connaître chacune d'elles en détail.

42. L'oxidation légère du mercure a lieu à une très-basse température, et toutes les fois qu'on agite ce métal en contact avec l'air. Aristote la connaissait déja lorsque, dans son livre IV (*Météorologie comm.*, chap. XVIII), il dit qu'en mêlant long-temps le mercure avec la salive on en forme un remède utile dans quelques maladies de la peau. Soit

qu'on frotte le mercure avec la main, soit qu'il soit souvent agité dans l'air, soit que, comme l'a fait Boerhaave, on le fasse secouer sans cesse dans une bouteille attachée à l'axe d'un moulin, soit qu'on triture le mercure avec des liquides quelconques, pourvu qu'ils soient épais, visqueux, et surtout susceptibles d'attirer l'oxigène atmosphérique; dans tous ces cas on convertit le mercure en oxide noir, d'une saveur âcre et comme cuivreuse, qui repasse à l'état de mercure coulant par l'action du feu et même de la lumière, qui contient environ le vingt-sixième de son poids d'oxigène, et qui est un véritable oxide noir de ce métal. On ne peut pas frotter du mercure sur un corps blanc et entre ses doigts sans en oxider ainsi une portion; et dans toutes les opérations si multipliées par Plenck, où ce métal s'éteint dans des mélanges liquides, visqueux, ou dans des solides quelconques, c'est-à-dire, où il perd sa forme de globule pour prendre celle de poussière noire à l'aide du mouvement et de la division en contact avec l'air, il s'oxide également. La surface du mercure même tranquille, tenue long-temps dans l'air, finit par se couvrir d'une pellicule terne, qui n'est que cette espèce d'oxide. Bernoulli a même observé qu'en laissant tomber, de trente et même de quinze centimètres de haut, un globule de mercure sur une masse de ce métal très-brillant et très-pur, il se formait une tache dans le lieu de sa chûte: et quoiqu'il l'ait attribuée aux impuretés que le globule absorbait dans l'air, il est évident qu'elle n'est due qu'au commencement d'oxidation qu'elle éprouve. On la produit même cette oxidation en noir en agitant du mercure dans de l'eau aérée. C'est elle dont on remarque l'effet dans la poussière noire qui se forme souvent au haut des baromètres anciens, et qui contiennent un peu d'air. On voit enfin lorsqu'on observe avec attention toutes les circonstances où le mercure s'oxide par quelque procédé que ce soit, qu'il passe toujours par cet état d'oxide noir avant d'arriver à une oxidation plus com-

plète. En un mot, cet état d'oxide noir est constamment le premier terme de l'oxidation de ce métal, et l'on observe également qu'il y repasse immédiatement avant de prendre la forme métallique dans tous les cas de désoxidation dont j'aurai bientôt occasion de parler plusieurs fois.

43. L'oxidation forte ou complète du mercure est une opération que les alchimistes ont pratiquée depuis long-temps, comme je l'ai déja dit, et pour laquelle ils ont imaginé des appareils plus ou moins compliqués, absolument abandonnés aujourd'hui. Boyle, qui n'en connaissait pas la théorie, quoiqu'il se soit tant occupé des effets de l'air, avait imaginé, pour ce procédé, un flacon plat, qu'il fermait avec un bouchon alongé, cylindrique, percé d'un très-petit canal dans son milieu, et qu'on a nommé *Enfer de Boyle*, parce qu'on disait qu'on y faisait subir une véritable torture au métal. Boerhaave, dans les distillations multipliées qu'il avait faites de ce métal, avait observé qu'il obtenait à chaque fois une certaine quantité d'une poussière rouge, très-brillante, très-âcre et très-énergique, au point de porter, suivant son expression, un grand trouble dans l'économie animale. Il avait aussi découvert que cette poussière rouge était réductible en mercure par l'action du feu ; que le métal, en changeant ainsi de forme, acquérait de la fixité : mais il croyait que la cause de ce changement, qu'il n'admettait que dans la forme, provenait du feu et passait à travers les vaisseaux. Il s'est contenté de combattre à cet égard la prétention des alchimistes, et d'assurer que le mercure ne devenait, dans ce cas, ni or ni argent. L'oxidation complète du mercure en rouge a été pendant long-temps une opération longue et très-embarrassante dans les laboratoires de chimie ; il fallait autrefois employer plusieurs mois entiers pour obtenir quelques portions de cet oxide : aujourd'hui l'on réussit beaucoup plus facilement par un appareil fort simple. Comme c'est la volatilité du mercure qui s'oppose à sa combustion entière,

parce qu'elle ne peut avoir lieu qu'en le portant à la température qui le fait bouillir, on a imaginé de lui donner un contact suffisant avec l'air, pour qu'il puisse absorber l'oxigène qui est nécessaire à son oxidation, sans lui offrir une ouverture assez grande pour qu'il lui soit permis de se dissiper dans l'atmosphère. Pour cela on prend des matras à fond plat, dans lesquels on introduit du mercure bien pur, assez pour en recouvrir absolument toute la surface inférieure d'une couche de deux ou trois centimètres de hauteur. On tire ensuite le col de ces vaisseaux à la lampe jusqu'à le réduire à un tube presque capillaire ; on en casse l'extrémité pour ouvrir une légère communication avec l'air. On place les matras sur un bain de sable ; on les y plonge jusqu'à l'endroit où s'élève le mercure ; on donne le feu assez fort pour faire bouillir doucement le mercure et on l'entretient continuellement dans cet état. Le métal s'élève en vapeurs, mais il retombe sur lui-même, excepté la petite portion qui adhère aux parois du matras. Au bout de quelques heures la surface du mercure prend une couleur manifestement noire par le commencement d'oxidation qu'il éprouve ; après quelques jours d'un feu continuel, on voit à sa surface des molécules rouges qui vont peu à peu en augmentant, et qui la recouvrent enfin entièrement : le mouvement d'ébullition les tient écartées, les rejette sur les bords, où elles s'accumulent, parce qu'elles se forment sans interruption. Quand le mouvement n'est pas trop fort, plusieurs molécules d'oxide rouge se rassemblent et forment des cristaux transparens de la couleur du rubis, qui paraissent être octaèdres ou en pyramides quadrangulaires alongées. On peut convertir presque tout le mercure introduit dans le métal en oxide rouge, en continuant plusieurs mois de suite l'opération. On s'en procure assez abondamment en plaçant un grand nombre de ces petits matras sur un large bain de sable ; l'opération va beaucoup plus vîte, et les cristaux d'oxide sont

beaucoup mieux prononcés et beaucoup plus brillans quand on fait passer dans les matras du gaz oxigène pur extrait du muriate suroxigéné de potasse.

44. L'oxide de mercure rouge ainsi obtenu contient à peu près un dixième de son poids d'oxigène, suivant les recherches de Lavoisier. Non seulement il est âcre, très-purgatif, très-émétique, comme le disait Boerhaave, il est encore caustique et rongeant; c'est un remède si violent qu'on doit le compter au nombre des poisons. Si on le chauffe dans des vaisseaux ouverts, il se sublime en un corps transparent vitriforme, du plus beau rouge de rubis. En le chauffant doucement, et en l'agitant sans cesse à l'air, il devient brun et à peu près de la couleur du tabac. Chauffé fortement dans des vaisseaux fermés à l'appareil pneumatochimique, il donne du gaz oxigène pur et se réduit. C'est par cette expérience que M. Priestley a fait en 1774 la découverte si illustre et si utile de ce gaz; et c'est sur l'examen de cette réduction, comparée à l'expérience inverse de la décomposition de l'air, de son altération et de son absorption partielle par les métaux qui augmentent à mesure de poids, que Lavoisier a jeté les premiers fondemens de la doctrine pneumatique. C'est donc un oxide d'un grand intérêt pour les chimistes, puisqu'il a été la source d'une des plus magnifiques découvertes et d'une des plus importantes vérités dont notre âge puisse s'illustrer. Toutes les fois qu'on observe avec soin les phénomènes de sa réduction, faite avec précaution, on le voit brunir à mesure qu'il donne son oxigène en gaz; et il reste souvent quelques parcelles d'oxide noir dans la cornue qui a servi à cette opération : le seul contact de la lumière du soleil, long-temps continué, suffit pour en opérer ou au moins pour en commencer la réduction; il repasse au brun, à l'orangé et au jaune par ce contact.

45. On a une nouvelle et forte preuve, et de la diversité des deux oxide noir et rouge qu'on obtient par la combus-

tion immédiate du mercure, et de l'attraction de la première portion de ce principe plus forte que celle de la seconde, dans l'abandon de cette dernière portion, de celle qui fait passer l'oxide du noir au rouge; abandon que cet oxide, dans le dernier état, fait au mercure coulant lorsqu'on le triture avec lui. J'ai découvert que, par cette trituration, le mercure coulant perd bientôt son brillant, son état métallique; sa liquidité s'éteint suivant l'expression commune, et, en faisant passer l'oxide rouge au brun et au noirâtre, annonce qu'il partage avec lui la portion d'oxigène dont je parle. On verra d'ailleurs, par plusieurs faits qui seront énoncés plus bas, que, dans l'oxide de ce métal, l'oxigène n'est que peu solide, n'y a perdu qu'une petite quantité de son dissolvant calorique; que c'est pour cela qu'il est si long à se faire, si prompt à se décomposer et à céder son oxigène; qu'il y adhère si peu, qu'il se laisse enlever ce principe par une foule d'autres corps combustibles, et qu'il enflamme si facilement et si fortement plusieurs de ceux-ci, notamment quelques métaux, le zinc, l'étain, etc.

F. *Union avec les corps combustibles.*

46. Le mercure ne contracte point d'union avec l'azote, l'hidrogène et le carbone: il n'y a ni azoture, ni hidrure, ni carbure de mercure connus; mais les deux derniers corps combustibles agissent sensiblement sur son oxide rouge. L'hidrogène, tenu en contact avec cet oxide à froid pendant long-temps, le colore peu à peu, et le fait passer à l'état d'oxide noir. Cette expérience réussit beaucoup plus vîte à chaud. Si on fait passer du gaz hidrogène à travers un tube qui contienne de l'oxide rouge de mercure chauffé au point de commencer à rougir, il y a détonation: le mercure passe à l'état métallique, il reste quelque trace d'oxide noir dans le tube, et l'eau produite se dégage. Cette détonation prouve que l'oxigène qui

saturé le mercure n'y est pas très-solide, et retient une grande partie de son premier dissolvant calorique, qui se sépare dans son union avec l'hidrogène.

47. Le carbone ne réduit l'oxide de mercure qu'à l'aide de la chaleur. Cette opération, qui fournit du gaz acide carbonique et du mercure coulant, est une de celles qu'on doit répéter avec le plus de soin dans les expériences de démonstration, parce que c'est une de celles qui prouvent le plus positivement et tout à la fois l'existence de l'oxigène dans les oxides métalliques, la proportion, la nature de l'acide carbonique, et la quantité respective de ce principe et de carbone qui entrent dans la composition de l'acide gazeux produit. On peut la faire, par un calcul simple, d'une manière assez exacte pour qu'il ne reste point de carbone, et que tout le mélange soit changé en mercure coulant pur et en gaz acide carbonique.

48. Le phosphore ne s'unit que très-difficilement au mercure, et par des moyens particuliers seulement.

A. Pelletier ayant exposé sur un bain de sable, pendant près de trois mois, un petit matras à moitié plein d'eau, au fond duquel il avoit mis parties égales de mercure et de phosphore, qui restait toujours fondu à l'aide de la température du bain, et qu'il agitait de temps en temps, ces deux corps n'ont contracté aucune union, et sont restés séparés. Le dessous du phosphore concret qui posait sur le mercure, devenu brillant et argenté par l'adhérence de ce métal à sa surface, annonçait cependant une attraction entre ces deux corps, et Pelletier a cru devoir tenter la combinaison par d'autres procédés.

B. Ayant mis dans une petite cornue parties égales de phosphore et de mercure, il a distillé jusqu'à faire passer un peu de phosphore ; il a ensuite laissé refroidir l'appareil. La cornue cassée lui a fait voir le mercure et le phosphore séparés sans aucune combinaison.

C. Parties égales de phosphore et d'oxide rouge de mercure (environ huit grammes de chacun dans toutes ces expériences), recouvertes d'un peu d'eau dans un matras, ont été exposées à la chaleur d'un bain de sable, et agitées de temps en temps; l'oxide est bientôt devenu noirâtre, et s'est uni au phosphore; l'eau retenait de l'acide phosphorique. Pelletier regarde la poudre noire comme du mercure divisé, et croit cette division nécessaire pour la phosphoration : il serait très-possible que ce métal se fût phosphoré dans son état d'oxide noir.

D. Le phosphure de mercure ainsi formé se ramollit dans l'eau bouillante, et devient consistant par le froid; tenu dans l'eau bien chaude, après l'avoir enfermé dans une peau de chamois et foiblement exprimé, il en est sorti un peu de phosphore transparent. Ce qui restait dans le nouet était le phosphure mercuriel solide noir, se laissant couper au couteau, contenant des globules de mercure non combinés dans son intérieur. Chauffé dans un appareil distillatoire, il se décompose, et donne du phosphore et du mercure séparés. Exposé à un air sec, il répand des vapeurs blanches qui ont l'odeur du phosphore. Il n'y a donc pas une liaison bien intime entre le mercure et le phosphore.

49. Le mercure s'unit très-aisément au soufre, soit par la simple trituration à froid, soit par l'action du feu. En triturant ce métal liquide avec deux parties de soufre, on voit bientôt le mercure disparaître, s'éteindre, prendre et donner au soufre une couleur noire; c'est pour cela qu'on avait nommé autrefois cette préparation *éthiops minéral.*

La seule inspection de l'expérience suffit pour faire voir que dans cette opération le mercure s'oxide en noir, et qu'il en est de sa combinaison avec le soufre, comme de celle avec le phosphore dont on vient de parler; c'est-à-dire qu'il ne s'y unit qu'en oxide noir. Lorsqué le mercure a entièrement perdu sa forme et son brillant métallique; lorsqu'il est tout changé en une poudre noire égale et homogène, qui noircit de plus

en plus par le contact de l'air, l'opération est faite ; le sulfure de mercure noir est préparé. Pour prouver que dans cette trituration il y a plus qu'un simple mélange, que le soufre se combine réellement ou adhère au mercure, les chimistes ont fait remarquer qu'on ne pouvait en effet les séparer que par des moyens chimiques et à l'aide de l'attraction de plusieurs autres corps. Malgré ce commencement de combinaison, avec une forte loupe on apperçoit des globules de mercure oblongs dans le sulfure noir fait à froid et par la seule trituration : il blanchit l'or lorsqu'on le frotte dessus ; il répand une odeur fétide, et donne une pellicule noire lorsqu'on le traite par les alcalis liquides ; il contient plus de soufre que le suivant, et les deux corps qui le constituent y sont moins adhérens, moins étroitement unis.

5o. En jetant du mercure très-divisé, en le pressant et le faisant tomber en pluie par la peau de chamois dans du soufre fondu à parties égales, et en agitant le mélange, l'oxidation du mercure en noir, son union avec le soufre, qui prend la même nuance, ont lieu très-promptement. Il faut remuer sans interruption, retirer le mélange du feu quand le mercure a presque entièrement disparu, continuer à l'agiter hors du feu, jusqu'à ce que, par le refroidissement et le mouvement, le tout se convertisse en petits grumeaux qu'on réduit en poussière fine dans un mortier, qu'on passe à travers un tamis fin, et qu'on conserve sous le nom de *sulfure noir par le feu*, ou *d'éthiops minéral* par la fonte. Tous les chimistes se sont réunis pour dire que dans ce sulfure le soufre et le mercure étaient plus intimement unis que dans celui qui est fait à froid. Wallerius lui donnait pour caractères distinctifs de ceux du premier, de ne point blanchir l'or, de contenir moins de soufre, de ne point offrir de globules de mercure aussi visibles à la loupe, mais des parties brillantes et rayonnées comme une mine sulfureuse, de ne point donner de pellicules et de répandre une odeur beaucoup moins forte par l'action des lessives alcalines. On observe

encore en la préparant, que cette combinaison faite par le feu est très-susceptible de s'enflammer, et quand cela arrive, on l'éteint pour conserver son sulfure noir ; car sans cela il passerait au violet, et prendrait déja le caractère du sulfure rouge.

51. On forme également un sulfure de mercure noir en triturant de l'oxide de mercure rouge avec du soufre pendant quelque temps. Il faut prendre garde de trop chauffer ce mélange quand on veut l'aider par l'action du feu ; car il est susceptible de détonation, suivant les expériences de Bayen, qui a fait fulminer tous les oxides de mercure, à la vérité par une petite proportion de soufre et en les chauffant vivement. La même combinaison en sulfure noir a lieu lorsqu'on agite du mercure avec de l'eau chargée de gaz hidrogène sulfuré, comme je l'ai découvert dans l'analyse de l'eau de Montmorency, en traitant l'oxide de mercure rouge, ou en précipitant ses dissolutions acides par la même eau ou par les hidrosulfures alcalins. On voit donc que, soit que l'on prenne le mercure coulant, soit que l'on traite les oxides de mercure les plus complets avec du soufre divisé, ce métal passe toujours à l'état d'oxide noir pour se combiner avec le soufre. Dans le premier cas, il absorbe de l'air environ le vingtième de son poids d'oxigène, dont il a besoin pour s'oxider en noir ; dans le second, il perd au contraire la quantité de ce principe, excédente au vingtième de son poids seulement, dont il a besoin pour s'unir au soufre : d'où je conclus que l'*éthiops minéral* des anciens chimistes est vraiment de *l'oxide de mercure noir sulfuré.*

52. La rapidité avec laquelle le mercure coulant s'oxide et absorbe le vingtième de son poids d'oxigène au moment où on le combine avec le soufre, prouve que dans cette combinaison son attraction pour le principe de la combustion augmente ; il ne reste pas même à ce premier état d'oxidation, lorsqu'on élève la température de l'oxide de mercure sulfuré noir. En chauffant ce composé dans un vaisseau ouvert, le soufre qui

y est très-divisé, et qui est aussi très-disposé à brûler, s'enflamme et se réduit bientôt en vapeur acide sulfureuse ; le mercure éprouve en même temps une plus forte oxidation, et après avoir perdu la plus grande partie de son soufre, de manière même à n'en retenir, à ce qu'il paraît, qu'un huitième ou même un dixième de son poids, il passe à l'état d'une poudre violette très-foncée, après que la combustion de la plus abondante portion du soufre contenu dans l'oxide de mercure noir sulfuré a cessé. Si dans cet état de poudre violette on chauffe ce composé ainsi modifié dans un matras à un grand feu, il se sublime en un pain rouge bien foncé, brillant, cristallin et aiguillé, qu'on nommait dans l'ancienne nomenclature *cinnabre artificiel*, parce qu'il imite assez bien celui de la nature, et que je désigne par le nom d'*oxide de mercure sulfuré rouge*. Les auteurs de procédés chimiques varient entre eux sur la manière de préparer ce composé. Celle qui réussit le mieux et qui donne le plus beau produit, a été décrite par Vogel. On unit sept parties de mercure, qu'on fait passer à travers une peau de chamois, à une partie de soufre fondu dans un vase de terre, en agitant beaucoup le mélange, jusqu'à ce qu'il soit complétement réduit en oxide sulfuré noir. On met ce sulfure dans une phiole à médecine, ou plutôt dans un matras qu'on place dans un creuset garni de sable, lequel est chauffé graduellement dans un fourneau, jusqu'à lui faire éprouver un assez violent coup de feu, et jusqu'à ce qu'on s'apperçoive que la matière est sublimée au haut du vase de verre. On ôte alors celui-ci du creuset ; on le brise et on trouve une masse aiguillée rouge, d'une couleur d'autant plus brillante et plus belle que le feu a été plus fort, et que le mercure y retient moins de soufre. Il est inutile de rectifier cet oxide de mercure sulfuré rouge, et sur-tout de répéter cette longue, difficile et coûteuse opération, six à sept fois de suite, comme le recommandent quelques chimistes, puisque, dès la première, quand elle a été bien faite, le produit est très-beau et très-pur.

53. On trouve une grande différence d'opinion parmi les auteurs de chimie sur la proportion des principes du *cinnabre artificiel*. Lémery y croyait le soufre dans la proportion d'une partie à 2 de mercure ; Cartheuser, dans celle de 1 à $7\frac{2}{3}$; Mender, de 1 à 30 ; Macquer, de 1 à 7 ou 8. De là quelques chimistes ont pensé que ce composé pouvait varier suivant la quantité relative de soufre et de mercure employée pour préparer l'*éthiops minéral* avec lequel on le fabrique. Ce qui se pratique à cet égard dans les manufactures de Hollande, prouve que le soufre existe à la proportion de moins d'un dixième dans cette préparation, lorsqu'elle a la qualité recherchée dans tous les arts par sa belle couleur. Tuckert, apothicaire hollandais, a décrit dans le Journal de Crell le procédé de fabrication suivi dans un laboratoire où on en faisait une grande quantité à Amsterdam. Ce procédé a été donné dans les Annales de chimie françaises, *tom. IV*, p. 25. On prépare d'abord l'oxide mercuriel sulfuré noir, en mêlant 150 parties de soufre et 1080 parties de mercure, en exposant ce mélange à un feu modéré dans une chaudière de fer platte et polie ; on le broie, on en remplit de petits flacons de terre destinés à verser par partie la matière dans l'appareil où se fabrique l'oxide de mercure sulfuré rouge. Cet appareil consiste en trois grandes jarres de terre enduites de lut séché d'avance à leur extérieur, et placées dans des fourneaux de manière que la flamme circule librement autour des jarres : on allume le soir un feu de tourbe sous les vases de manière à en faire rougir le fond ; lorsqu'ils sont rouges, on jette la matière d'un flacon dans la première jarre, on vide un second flacon dans la seconde, un pareil dans la troisième, et on continue ainsi successivement à verser dans chacune jusqu'à deux ou trois flacons à la fois, suivant la force et la rapidité de l'inflammation ; car l'oxide de mercure sulfuré noir, à cette chaleur rouge, s'allume tout à coup, et la flamme s'élève souvent à un et même à deux mètres au dessus des jarres.

Quand cette inflammation est un peu diminuée, on bouche chaque jarre avec une plaque de fonte de fer, qui s'y applique exactement. Le versement de la matière dans les jarres dure trente-quatre heures, et chacun de ces vaisseaux contient 410 parties de matière; savoir, 360 de mercure et 50 de soufre. On entretient la chaleur sous les vaisseaux jusqu'à ce que la matière soit toute sublimée, ce qui exige trente-six heures de feu : on modère le feu suivant la hauteur de la flamme qui se montre, en ôtant le couvercle; il est convenable lorsque cette flamme, assez vive, ne s'élève qu'à 9 ou 12 centimètres au dessus de l'ouverture des jarres : on remue pendant ce temps la matière toutes les demi-heures avec un triangle de fer. Quand l'opération est finie, et que les jarres sont refroidies, on les retire avec les cercles qui les soutiennent; on les casse et on trouve dans chacune 400 parties d'oxide sulfuré rouge : il y en a 10 de perdues dans chaque jarre. Les ouvriers ont dit à M. Tuckert qu'il n'était jamais arrivé d'accident dans leur opération, depuis treize ans qu'ils étaient dans l'établissement.

54. Les détails de ce procédé me semblent prouver encore que le mercure est oxidé dans le cinnabre artificiel; et d'ailleurs plusieurs autres faits sur la préparation de ce composé viennent encore à l'appui de cette opinion. Toutes les fois qu'on agite du mercure coulant dans une dissolution de sulfure ammoniacal hidrogéné, ou d'hidrosulfure d'ammoniaque, ou qu'on précipite une dissolution de ce métal par l'un ou l'autre de ces composés, on a d'abord un oxide de mercure sulfuré noir; mais en le laissant quelques heures dans la liqueur, ce corps ne tarde pas à passer à un rouge brillant et magnifique. Le même phénomène a lieu avec les sulfures à bases d'alcalis fixes ou de terres, mais moins promptement, moins facilement que par celui de l'ammoniaque, et jamais la couleur rouge n'en est aussi belle; il reste à un brun pâle ou à une couleur de brique obscure. On a déja prouvé ci-dessus que,

dans ces opérations, le mercure ne passe de son état métallique au noir qu'en commençant à s'oxider. Il est évident qu'en passant du noir au rouge, il s'oxide davantage, et que c'est l'oxigène qui lui donne cette couleur rouge qui le distingue : j'ai donc dû le nommer *oxide de mercure sulfuré rouge.*

55. Les propriétés qui caractérisent ce composé sont elles-mêmes propres à prouver l'état oxidé du mercure qu'il contient. Il est inaltérable à l'air : chauffé dans un vaisseau fermé, il se sublime sans décomposition ; chauffé lentement et graduellement dans un vaisseau ouvert, le soufre se volatilise, et le mercure réduit se dissipe complétement ; c'est ce qui a lieu dans les fumigations qu'on en opère : il ne colore et ne blanchit point l'or ; les acides ne l'attaquent point, quoiqu'ils aient en général la propriété de dissoudre les métaux sulfurés. Si quelques-uns le dissolvent à la longue, c'est sans mouvement et sans effervescence, comme ils feraient un oxide de mercure. La chaux, les terres alcalines en général et les alcalis le décomposent ; ils en absorbent le soufre et en séparent le mercure qui se revivifie et se volatilise en perdant alors son oxigène à l'aide de la chaleur qu'on emploie pour cette distillation. Le cobalt, le bismuth, l'antimoine, l'étain, le fer et le cuivre ont la propriété d'en séparer le mercure en absorbant le soufre. On trouve aussi que ces mêmes métaux ont celles d'enlever l'oxigène au mercure, et en conséquence de réduire son oxide. Si même on a trouvé que l'argent dégageait le mercure du cinnabre, et si on en a conclu qu'il avait plus d'attraction pour le soufre que n'en avait le mercure, c'est qu'on n'a pas vu que cela ne venait que d'une triple attraction qui agissait dans cette opération ; savoir, celle du calorique pour l'oxigène et pour le mercure, et celle de l'argent pour le soufre, auquel il se combine à mesure que le mercure désoxidé l'abandonne et ne peut plus y rester uni.

56. Dans la préparation de l'oxide de mercure par la voie

humide qui a lieu en agitant ce métal coulant, sur-tout dans le sulfure hidrogéné d'ammoniaque, il serait possible qu'une partie de l'hidrogène sulfuré s'unît à l'oxide du métal qui se forme, et que le cinnabre obtenu par ce procédé différât par là de celui qui est préparé par le procédé ordinaire. Cet objet mériterait bien une recherche particulière. On ne peut douter aussi que, lorsqu'en précipitant une dissolution de mercure dans un acide, l'oxide repasse à l'état noir, une grande portion de l'oxigène qu'il perd se porte sur l'hidrogène sulfuré; et que c'est pour cela que l'eau qui tient cet hidrogène sulfuré en dissolution, comme les sulfures hidrogénés avec les hidrosulfures alcalins liquides, qui donnent un pareil résultat avec les sels mercuriels, perdent leur odeur fétide au moment où ils forment de l'oxide de mercure sulfuré noir.

57. Le mercure s'unit à beaucoup de substances métalliques; il les dissout, les ramollit, et forme avec elles des combinaisons qu'on nomme amalgames : elles sont d'autant plus solides qu'elles contiennent une plus grande quantité de métaux étrangers au mercure. Quoique le feu les décompose en général et en sépare le mercure qui se volatilise, ce métal y est rendu un peu plus fixe que dans son état naturel, et on a souvent beaucoup de peine à en enlever les dernières parties. La plupart de ces amalgames sont susceptibles de cristallisation.

58. Comme il ne doit être question ici que de l'union du mercure avec les métaux précédemment traités, on se contentera de décrire celle qu'il contracte avec l'arsenic, le bismuth et l'antimoine, en observant qu'on n'a pas pu l'unir encore au cobalt, au nickel, au manganèse, et qu'on n'a point essayé de le combiner avec le tungstène, le molybdène, le chrome, le titane et l'urane, si peu connus encore, comme on l'a vu dans les articles précédens, la plupart très-difficiles à réduire et à obtenir dans l'état métallique, et si peu abondans jusqu'ici dans cet état.

59. Wallerius doutait qu'on pût unir l'arsenic avec le mercure sous la forme d'une amalgame ; mais Bergman, dans sa Dissertation sur l'arsenic, a parlé d'une manière positive de cette union en 1777. Le mercure, suivant lui, dissout l'arsenic à l'aide de quelques heures de feu et d'une agitation continuelle ; il forme avec lui une amalgame grise. On peut en dégager l'arsenic par la chaleur ; mais il emporte avec lui une portion de mercure. Lehman assure que l'oxide d'arsenic s'unit aussi au mercure, et qu'après l'avoir distillé avec ce métal, il reste au fond de la cornue une poudre grise composée des deux métaux. Si l'on recommence à distiller ces deux matières sublimées, il avance qu'on obtient toujours une nouvelle quantité de cette poudre arsenico-mercurielle. Henckel avoit déja dit dans sa Pyritologie que le mercure pouvait servir comme l'alcali fixe à purifier l'arsenic ; mais il n'est pas aisé de bien concevoir ce que les auteurs entendent par là, puisqu'il est certain que l'arsenic uni à l'oxigène ne peut en céder au mercure, ni contracter avec lui aucune union.

60. Le bismuth est un des métaux fragiles qui se combinent le plus aisément au mercure. Pott dit qu'en triturant du bismuth en poudre avec le mercure et un peu d'eau, on en forme une amalgame ; mais elle réussit mieux en versant sur une partie de bismuth fondu deux parties de mercure chauffé, et en agitant ce mélange ; on a par ce moyen une amalgame assez molle, qui prend de la dureté lorsqu'elle est gardée quelque temps. Pott assure même que le mercure et le bismuth se séparent spontanément, et que le dernier prend la forme de poussière. Cette amalgame fluide passe toute entière par la peau. On a vu depuis Pott que l'amalgame de bismuth est susceptible de cristalliser en pyramides à quatre faces, qui se réunissent quelquefois en octaèdres : elle est aussi quelquefois en lames minces, sans forme régulière. Cette cristallisation a lieu quand on laisse refroidir lentement cette amal-

game, après l'avoir fait fondre. En la chauffant dans une cornue, elle ne donne que très-difficilement le mercure qui lui est uni.

61. Le mercure ne s'unit point à froid avec l'antimoine ; à chaud, et lorsque l'antimoine est fondu, si on le mêle avec trois fois son poids de mercure bien chaud, on obtient, suivant Wallerius, une amalgame molle, peu durable, et qui se décompose facilement. Le même chimiste a observé qu'en triturant trop long-temps le mercure avec l'antimoine, celui-ci se sépare du premier sous la forme de poussière : c'est sans doute à cause de la difficulté de former cette combinaison, et aussi en raison de la facilité avec laquelle elle se décompose spontanément, que la plupart des chimistes, depuis Wallerius, disent presque constamment que l'antimoine ne s'unit point au mercure : il en est de même du sulfure d'antimoine.

62. L'oxide de mercure est décomposé par un grand nombre de métaux qui ont plus d'attraction qu'il n'en a pour l'oxigène, et qui lui enlèvent ce principe. Souvent même, en les faisant chauffer en limaille avec l'oxide de mercure rouge, ces métaux s'enflamment à mesure qu'ils enlèvent au mercure l'oxigène qu'ils peuvent contenir plus solide, et auquel ils s'unisent plus étroitement que lui. C'est ainsi que se comportent l'arsenic, le bismuth, et l'antimoine sur-tout. Lorsqu'on les chauffe vivement, avec trois ou quatre fois leur poids d'oxide de mercure rouge, on voit bientôt un grand nombre d'étincelles, et comme une espèce de détonation dans ce vaisseau qui se remplit de vapeurs, et se garnit d'un oxide pulvérulent blanc. Le métal qui brûle ainsi est en effet réduit à un oxide blanc ; l'arsenic l'est même en acide arsenique, par une suffisante quantité d'oxide de mercure rouge, et ce dernier est ramené à l'état métallique.

G. *Action sur l'eau et les oxides.*

63. L'eau n'a aucune action sur le mercure à froid ; elle ne sert qu'à le diviser à l'aide de l'agitation ; et lorsqu'on parvient à le changer par là en poussière noire oxidée, c'est à l'air contenu dans l'eau qu'est due cette conversion en oxide. Quelques auteurs ont recommandé cette préparation sous le nom de *mercure calciné noir :* je ne la cite ici que pour faire connaître avec quelle facilité le mercure absorbe l'oxigène, et tend à se brûler en oxide noir par-tout où il rencontre ce principe. A mesure que ce métal battu avec l'eau lui enlève l'oxigène, l'eau en absorbe de l'air qu'elle fournit au métal ; car c'est une règle que l'eau se charge toujours également d'air, et se met en équilibre de combinaison avec lui toutes les fois qu'il en a le contact.

64. L'eau bouillante ne fait pas éprouver plus d'altération au mercure que l'eau froide. Lémery avait déja prouvé, à la fin du siècle dernier, que ce métal ne perdait rien de son poids par l'ébullition dans ce liquide. Boerhaave, en répétant cette expérience avec une patience infatigable, et en faisant bouillir, pendant un grand nombre de fois, des quantités d'eau considérables sur quatre grammes de mercure, s'est également assuré que ce métal n'avait rien perdu. Cependant de bons observateurs en médecine ont bien constaté que cette eau, dans laquelle on a suspendu un nouet de linge rempli de mercure pendant son ébullition, a une action anthelmintique ou vermifuge très-certaine, et c'est une pratique commune que d'ordonner cette décoction aux enfans, qui rendent souvent des vers après l'avoir prise. Quelques médecins portent beaucoup plus loin encore les propriétés de l'eau qui a été distillée plusieurs fois sur le mercure ; ils prétendent que cette eau est sensiblement antisyphillitique. Wallerius, pour expliquer ces effets, croyait que le mercure reprenait en eau,

dont il se pénétrait, le poids de la matière qu'il perdait par son ébullition, et que c'était pour cela qu'on ne pouvait pas apprécier sa diminution. Grashuys, qui, dans sa lettre au docteur Maty en 1754, parle de la vertu antivénérienne communiquée à l'eau par le mercure, avance même que ce métal perd, en servant à cette opération, son efficacité ordinaire, et n'a plus ensuite la propriété de tuer les insectes. Mais il faut convenir qu'il faudrait des expériences plus décisives encore que celles qui ont été faites jusqu'ici, pour bien assurer la vérité de ces assertions.

65. Ce qui a été dit, au nº. 62, sur la décomposition de l'oxide de mercure rouge par un grand nombre de métaux, prouve que le mercure est un de ceux qui ont le moins d'attraction et d'adhérence pour l'oxigène : aussi n'y en a-t-il que très-peu, et seulement parmi les moins combustibles, qui seront examinés par la suite, auxquels il peut enlever l'oxigène. Cependant, en triturant du mercure coulant avec certains oxides métalliques très-chargés de ce principe, et dans lesquels la dernière portion qui s'y est unie est peu adhérente en comparaison de la première, qu'ils retiennent avec une grande force, on le voit s'éteindre assez promptement, et s'oxider en noir. Cela n'arrive qu'avec ceux de ces oxides sur-tout trop oxidés pour être encore dissolubles dans les acides : et en effet on verra par la suite que ces mêmes métaux précipitent, au contraire, le mercure de ses dissolutions acides sous la forme métallique, et prennent sa place dans ces mêmes dissolutions.

H. *Action sur les acides.*

66. C'est dans la combinaison du mercure avec les différens acides que les chimistes ont trouvé les propriétés les plus singulières et en même temps les usages les plus importans de ce métal. Il n'est point d'acide qui n'ait médiatement

ou immédiatement de l'action sur le mercure, ou qui ne se combine avec son oxide, et ne fasse un composé salin plus ou moins intéressant à connaître. Les phénomènes de ces divers composés, soit pendant qu'on les fait, soit après qu'ils sont formés, méritent d'être étudiés avec soin; ils constituent une des branches les plus remarquables de la chimie. Je les décrirai donc avec tous les détails convenables, parce que les ouvrages de chimie ne contiennent point encore ces détails, et parce que le travail que j'ai fait sur cet objet, en 1791, me paraît propre à répandre un nouveau jour sur ces combinaisons.

67. Les chimistes n'avaient déterminé, avant 1777, que d'une manière très-inexacte en quoi consistait l'action réciproque de l'acide sulfurique et du mercure. Tout ce qu'ils avaient fait jusque-là ne pouvait présenter qu'incertitude et que notions vagues, à cause de l'état de la science. A cette époque, Lavoisier se servit de cette action pour déterminer la nature de l'acide sulfurique; il fit voir que le mercure, aidé de l'action de la chaleur, enlevait à cet acide une portion de son oxigène, en dégageait du gaz acide sulfureux, s'oxidait lui-même, et s'unissait à la portion de cet acide non décomposée; qu'en chauffant fortement le sulfate de mercure, on en obtenait du gaz acide sulfureux et du gaz oxigène, et que la plus grande partie du mercure repassait à l'état métallique: mais comme son but n'était que de s'occuper de l'analyse de l'acide sulfurique, il n'a point décrit tous les phénomènes de cette combinaison. J'ai entrepris, treize ans après lui, en 1790 et 1791, un travail beaucoup plus étendu sur cet objet; j'ai examiné avec le plus grand soin tout ce qui se passe dans la réaction de l'acide sulfurique et du mercure: parmi un grand nombre de faits nouveaux que ce travail m'a présentés, j'ai apperçu beaucoup de circonstances qui avaient été entrevues ou indiquées, mais non expliquées par Kunckel, Rouelle l'aîné, Monnet, etc.

Je suis parvenu à distinguer avec précision plusieurs états de l'union de l'oxide de mercure avec l'acide sulfurique, qu'on avait ou méconnus ou confondus. Voici le résultat de mes recherches sur ce point.

68. La principale cause des variétés nombreuses que présentent les dissolutions de mercure dans l'acide sulfurique, dépend moins de la proportion de l'acide et du métal que de la quantité d'oxigène que celui-ci absorbe à l'acide, suivant la température à laquelle leur action réciproque s'exerce. En effet la dose d'une partie de mercure coulant et d'une partie et demie d'acide sulfurique concentré, que l'on prend ordinairement pour faire cette opération, et qu'on sait ne point agir l'un sur l'autre à froid, donne naissance à des composés très-variés, suivant la température à laquelle on les traite, et le temps plus ou moins long pendant lequel on les chauffe. Ce mélange poussé jusqu'à l'ébullition dans une cornue de verre, dont le bec recourbé plonge sous une cloche pleine de mercure, à l'appareil hidrargiro-pneumatique, donne du gaz acide sulfureux. Dans cette opération, l'attraction du mercure pour l'oxigène s'élève comme la température; car, à la chaleur ordinaire, elle est plus faible que celle de ce principe pour l'acide sulfureux, et non pas pour le soufre, comme Lavoisier l'avait cru : en effet, on a vu ailleurs que la portion d'oxigène qui tient à l'acide sulfureux, porté à l'état sulfurique, y adhère moins que celle qui est unie au soufre dans l'acide sulfureux. Le mercure décompose l'acide sulfurique, lui enlève de l'oxigène, et en fait passer une partie à l'état d'acide sulfureux. Si on arrête l'opération lorsque le mercure est changé en masse blanche, mais non desséchée, et lorsqu'il reste encore une portion de liquide à la surface de cette masse, elle contient de l'acide sulfurique à nu ; elle est âcre et corrosive ; elle rougit les couleurs bleues végétales; elle ne jaunit point par le contact de l'air; l'eau froide ou chaude ne la convertit point en cette poudre

jaune qu'on nommait autrefois *turbith minéral*, à cause de sa couleur, et dont je parlerai plus bas, pourvu cependant qu'on ait la précaution d'en séparer d'abord l'acide par un léger lavage à l'eau froide : car, sans cela, elle jaunirait par l'effet de la chaleur produite dans la réaction de l'eau et de l'acide. Je nomme cette masse totale résultante de l'action et des doses indiquées d'acide sulfurique et de mercure, *sulfate acide de mercure*. Elle ne peut former de turbith que lorsqu'on la chauffe et qu'on la dessèche.

69. Ce sulfate acide de mercure peut contenir des doses très-variées d'acide sulfurique, suivant qu'on en aura varié la quantité primitive ; car on sent bien qu'on obtiendrait une masse également acide, en employant plus de ce corps que la proportion indiquée ci-dessus, et suivant qu'on en aura d'ailleurs dégagé une plus ou moins grande quantité par l'action du feu : il est en général d'autant plus dissoluble dans l'eau, qu'il contient plus d'acide, comme l'ont déja annoncé tous les chimistes qui ont parlé de cette combinaison avant moi. Mais ce qu'ils n'ont point dit, ce qui a échappé à leurs recherches, c'est que si on lave ce sulfate acide de mercure avec beaucoup moins d'eau qu'il n'en faudrait pour le dissoudre complétement ; si l'on emploie cette eau froide et à petites doses fractionnées, jusqu'à ce qu'elle ne change plus le papier bleu le plus sensible, il reste un sel blanc sans acidité, beaucoup moins âcre et moins corrosif que ne l'était toute la masse saline d'où il provient, laquelle doit être considérée comme un sel métallique véritablement neutre. Je le nomme simplement *sulfate de mercure* pour le distinguer des précédens. L'eau des lessives faites comme je l'ai dit en emporte une partie avec l'acide sulfurique. Voici les propriétés caractéristiques de ce sulfate, qui n'a point été décrit avant moi. Les proportions annoncées d'acide sulfurique et de mercure, traitées comme je l'ai dit pour obtenir ce sel, en donnent à peu près la moitié de leur quantité totale. Il est blanc ;

il cristallise en lames et en prismes aiguillés très-fins : sa saveur n'est pas très-âcre ; il demande cinq cents parties d'eau à dix degrés pour se dissoudre : il n'en faut qu'un peu plus de moitié de cette dose, lorsqu'elle est bouillante. Sous sa forme sèche et cristalline, il contient, sur cent parties, soixante-quinze de mercure, huit d'oxigène, douze d'acide sulfurique et cinq d'eau. L'eau froide ou chaude le dissout tout entier sans l'altérer ni le décomposer : les alcalis purs ou caustiques, l'eau de chaux, le précipitent en gris noir. Lorsqu'on y ajoute de l'acide sulfurique, on le met dans l'état de sulfate acide indiqué ci-dessus : alors sa solubilité croît dans des proportions relatives à la quantité d'acide ajouté : un douzième de celui-ci le rend soluble dans cent cinquante-sept parties d'eau à dix degrés, et dans trente-trois d'eau bouillante.

70. Quoique l'acide sulfurique adhère avec une certaine force au sulfate de mercure, on peut cependant l'en séparer, comme on l'a dit, en lavant la masse avec moins d'eau qu'il n'en faudrait pour dissoudre la totalité du sulfate acide : en indiquant ce procédé plus haut, je n'ai point insisté sur la manière dont l'eau agit sur le sel avec excès d'acide, et il est nécessaire d'y revenir. J'ai dit qu'un douzième d'acide ajouté au sulfate neutre le rendait dissoluble dans cent cinquante-sept parties d'eau froide, tandis qu'avant cette addition, il en fallait cinq cents parties pour le dissoudre : je dois ajouter ici que cette proportion de dissolubilité change, si, au lieu d'employer en une fois ces cent cinquante-sept parties d'eau froide nécessaires à la dissolution du sulfate acide de mercure, on n'y applique d'abord que le quart du dissolvant. Cette fraction d'eau n'enlève pas seulement le quart du sel neutre, et le quart de l'acide qui y est en excès, comme le raisonnement semblerait l'annoncer ; mais elle emporte tout l'acide excédant, qui, formant alors une liqueur plus dense que s'il était étendu des cent cinquante-sept parties d'eau nécessaires à sa dissolution complète, dissout beaucoup

plus de sulfate de mercure, et amène le sel à un état de plus grande acidité. Alors la portion de ce sel restant après cette première lessive exige cinq cents parties d'eau pour être dissoute, parce qu'elle est devenue véritable sel neutre. L'eau employée en petite quantité enlève donc tout l'acide excédant et une portion de sel, telle que celui-ci contient plus d'acide excédant que n'en contenait toute la masse primitive.

71. Pour préparer le turbith minéral, on épaississait par une action du feu plus longue la masse sulfurique mercurielle dont il a été question n°. 68. On décomposait une plus grande quantité d'acide sulfurique ; on oxidait davantage le mercure ; et en jetant ensuite de l'eau chaude sur la masse, elle donnait la poudre jaune connue sous le nom de *turbith*. Dans cette préparation, on obtenait cet oxide en différens états, jouissant de couleurs très-variées, depuis le jaune pâle et citroné jusqu'au jaune presque orangé, sans qu'on ait pu autrefois se rendre compte de ces différences, et conduire conséquemment l'opération de manière à avoir toujours la même nuance et la même nature dans ce composé. Dans le grand nombre d'expériences que j'ai faites sur cette préparation, j'indiquerai ici celles qui peuvent jeter du jour sur ses propriétés et sa composition.

a. Si l'on n'évapore pas un peu fortement et par une température élevée, soutenue, le mélange d'acide sulfurique et de mercure ; s'il reste un excès bien sensible d'acide non décomposé ou non volatilisé, la masse se dissout entièrement dans l'eau sans prendre de couleur jaune, ou l'on n'obtient que très-peu de turbith en faisant bouillir long-temps l'eau avec cette masse ; au lieu qu'en faisant chauffer long-temps la masse sulfurique mercurielle, elle jaunit un peu spontanément, et prend tout à coup une couleur d'un beau jaune par le contact de l'eau.

b. L'eau froide, versée sur cette dernière masse, lui donne une couleur d'un beau jaune verdâtre. L'eau bouillante la

rend d'un jaune pur, sans mélange de vert ; l'alcool la jaunit aussi, mais moins que l'eau froide.

c. Plusieurs chimistes ont regardé le turbith minéral comme un simple oxide jaune de mercure ne contenant pas d'acide sulfurique. Rouelle a pensé qu'il contenait de l'acide sulfurique ; mes expériences sont d'accord avec cette dernière assertion. En traitant le turbith le mieux lavé par l'acide muriatique, la dissolution précipite, par le muriate de barite, du sulfate de cette base. Je nomme, à cause de cela, le turbith minéral *sulfate avec excès d'oxide de mercure*, ou *sulfate jaune de mercure.*

d. Pour apprécier le changement qu'éprouve le sulfate neutre de mercure en passant, à l'aide de la chaleur, à l'état de sulfate jaune ou *de turbith*, j'ai chauffé fortement le premier dans une cornue de porcelaine ; il s'en est dégagé d'abord de l'eau, ensuite du gaz acide sulfureux, puis du gaz oxigène, et le mercure a passé sous forme métallique et liquide à la fin de l'opération. Au moment où l'acide sulfurique est dégagé, le sel, rouge de feu, se fond et prend une couleur purpurine brillante. En arrêtant l'opération avant qu'il se dégage du gaz oxigène, et après le dégagement de l'acide sulfureux, le sel est converti en sulfate jaune.

e. Les propriétés qui distinguent le sel avec excès d'oxide de mercure du sulfate neutre et du sulfate acide, prouvent toutes que le mercure y est et beaucoup plus abondant et sensiblement plus oxidé. En effet, ce sulfate jaune est décomposé et dissous par l'acide nitrique, qui n'agit point sur le sulfate neutre de mercure ; il est également dissous par l'acide muriatique chaud, qui le convertit en muriate suroxigéné de mercure ou *sublimé corrosif*, tandis que cet oxide fait passer le sulfate neutre à l'état de muriate simple de mercure ou de *mercure doux.*

f. La masse sulfurique mercurielle, chauffée au point de donner du sulfate jaune, n'est presque pas jaunie par l'eau

qu'on a fait bouillir long-temps avant de l'employer à cet usage.

g. Ce sulfate a plus de poids que la masse mercurielle blanche d'où il provient, lorsqu'on additionne celui du turbith avec celui de la portion de sel dissoute par l'eau au moment de sa préparation.

h. Le sulfate jaune, quoique regardé jusqu'ici comme indissoluble, se dissout réellement dans plus de deux mille parties d'eau à 10 degrés, et dans six mille parties d'eau bouillante; sa dissolution est blanche.

i. Broyé avec du mercure coulant, il l'éteint promptement, devient d'abord d'un vert foncé, et passe bientôt avec celui-ci à l'état d'oxide noir : lorsqu'on le fait bouillir avec de l'eau et peu de mercure, le même changement en oxide noir a lieu seulement avec plus de lenteur que par le broiement.

k. Tous ces faits prouvent que le sulfate jaune diffère du sulfate neutre et du sulfate acide de mercure, en ce qu'il contient plus de métal, plus d'oxigène, et beaucoup moins d'acide; que dans tous les cas où il se forme aux dépens des deux autres, il y a toujours de l'oxigène ajouté à l'oxide, et de l'acide sulfurique enlevé, soit qu'on le dégage, soit qu'on le décompose.

l. Cent parties de sulfate jaune de mercure m'ont donné dix d'acide sulfurique, soixante-seize de mercure, onze d'oxigène, et trois d'eau.

m. Il est dissoluble dans l'acide sulfurique un peu étendu à l'aide de la chaleur. Cette dissolution saturée précipite par l'eau froide un oxide blanc, et par l'eau bouillante un oxide jaune; lorsqu'elle contient un excès d'acide, l'eau ne la précipite pas. On peut redissoudre le précipité blanc dans l'acide sulfurique, et empêcher la dissolution de se précipiter par un excès d'acide.

72. Ainsi tous les faits annoncés sur la combinaison de l'acide sulfurique avec le mercure doivent faire distinguer trois sulfates de mercure; savoir,

a. Le sulfate de mercure neutre, cristallisable, dissoluble dans cinq cents parties d'eau froide, précipitable en gris par les alcalis, non décomposable par l'acide nitrique, formant du muriate doux avec l'acide muriatique.

b. Le sulfate acide de mercure; plus dissoluble que le précédent; précipitable en orangé par les alcalis; d'où l'on enlève l'excès d'acide et une portion du sel même avec le quart de l'eau qui serait nécessaire pour le dissoudre complétement, en laissant du sulfate de mercure neutre après la dissolution; indécomposable par l'acide nitrique.

c. Le sulfate de mercure avec excès d'oxide; il est jaune, dissoluble dans deux cents parties d'eau, précipitable en gris par les alcalis, décomposable par l'acide nitrique, donnant du muriate suroxigéné de mercure par l'acide muriatique.

73. Parmi les différences qui distinguent les trois sulfates de mercure indiqués, on doit sur-tout remarquer celle de leur précipitation par les substances alcalines. Il n'est pas aisé de savoir ce qui fait que le sulfate neutre, qui est blanc, est précipité en gris foncé par les alcalis fixes; mais on sent que si le sulfate acide l'est en orangé par les alcalis, cela dépend de ce qu'il absorbe tout à coup de l'oxigène à l'atmosphère, à l'aide de la chaleur qui se développe dans le mélange. Quant à l'ammoniaque, dont l'action sur ces sels m'a le plus long-temps occupé, j'ai trouvé qu'elle précipitait les sulfates de mercure en gris plus ou moins noir, et qu'elle rapprochait constamment leurs oxides, dans quelque état qu'ils fussent, de l'état métallique, en diminuant la proportion d'oxigène qu'ils contenaient. J'ai trouvé, de plus, que cet oxide, précipité des sulfates de mercure par l'ammoniaque, était moins abondant que celui qui était séparé par les terres et les alcalis fixes; et cette différence de quantité qui surpassait bien évidemment la simple diminution qui pouvait dépendre de leur désoxidation, m'annonçant que l'ammoniaque ne séparait pas tout l'oxide des sulfates de mercure, j'ai

découvert, par les nouvelles recherches où ce fait m'a engagé, qu'il se formait un sel triple ou sulfate ammoniaco-mercuriel dont je vais énoncer ici les principales propriétés, parce que la même formation de sels triples ammoniaco-métalliques existe dans beaucoup d'autres dissolutions de métaux, et doit conduire par la suite les chimistes à de nouvelles et à de plus importantes découvertes encore.

74. En versant de l'ammoniaque dans une dissolution de sulfate de mercure neutre, il se forme un précipité gris très-abondant, qui, exposé au soleil, se réduit en partie en mercure coulant, et reste en partie en poudre grise. Cette dernière est du sulfate ammoniaco-mercuriel; elle est dissoluble dans l'ammoniaque; elle ne se dépose avec la première que quand on n'emploie point un excès d'ammoniaque dans lequel elle puisse se dissoudre. En employant une grande quantité de cette dernière, on n'a que peu d'un précipité tout à fait noir, entièrement réductible en mercure coulant aux rayons solaires; alors la liqueur tient en dissolution le sel triple ou sulfate ammoniaco-mercuriel. Dans cette opération, l'ammoniaque ne décompose qu'une portion du sulfate neutre de mercure dont elle réduit l'oxide. Le sulfate ammoniacal formé s'unit à l'autre portion du sulfate de mercure non décomposée, et forme un sel triple peu dissoluble, mais qui l'est dans un excès d'ammoniaque. La même décomposition s'opère avec un autre phénomène sur ce sulfate de mercure solide. En versant de l'ammoniaque sur le sel, il se fait une effervescence vive, et on entend un pétillement remarquable; il se dégage du gaz azote produit de la décomposition de l'ammoniaque par la partie de l'oxide de mercure séparée; celui-ci occupe le fond du mélange sous la forme d'une poudre noire, et le liquide qui la surnage tient en dissolution du sulfate ammoniaco-mercuriel.

75. En évaporant la liqueur qui tient le sel en dissolution, après l'avoir formé par l'un ou l'autre des procédés indiqués,

soit à l'aide d'une chaleur douce, soit par l'exposition à l'air, elle dépose au bout de quelques heures des cristaux brillans, polygones, durs, dont les plus petits, rassemblés, forment à la surface une pellicule blanche et chatoyante. Cette cristallisation est due à la volatilisation de l'ammoniaque qui tenait le sel en dissolution. Si, au lieu d'attendre ce dépôt régulier, on ajoute tout à coup à la dissolution une grande quantité d'eau, elle devient blanche, laiteuse; il s'en précipite une poudre blanche qui n'est que le même sel, sans forme régulière, parce qu'il se sépare précipitamment : ce qui provient de ce que l'eau ajoutée divise la liqueur, la rend plus légère, et s'empare de l'ammoniaque; il reste dans la liqueur du sulfate d'ammoniaque qu'on obtient cristallisé par l'évaporation. Il se forme donc plus de ce dernier qu'il n'en faut pour porter le sulfate de mercure à l'état de trisule ammoniaco-mercuriel : ce que prouve en effet l'analyse de celui-ci, qui contient plus d'oxide de mercure que le sulfate métallique seul n'en contenait.

76. Le sulfate ammoniaco-mercuriel a une saveur piquante et austère; il décrépite et donne, par la chaleur de l'ammoniaque, du gaz azote, un peu de mercure coulant, et un peu de sulfite d'ammoniaque : il reste dans la cornue du sulfate de mercure jaune; il est peu dissoluble dans l'eau; les alcalis et la chaux le précipitent en une poudre blanche, qui est encore un sel triple avec excès de base, ou privé de beaucoup de son acide. Ce précipité, exposé au soleil, noircit et se réduit en mercure coulant, par la décomposition réciproque de l'oxide mercuriel de l'ammoniaque. Ce sulfate ammoniaco-mercuriel est dissoluble par l'ammoniaque, dont il retient une partie lorsqu'il se cristallise par l'évaporation de cet alcali volatil. Cent parties contiennent 18 d'acide sulfurique, 33 d'ammoniaque, 39 de mercure et 10 d'eau. Cette analyse prouve que ce sel triple contient une très-grande proportion des deux bases sur celle de l'acide sulfurique, et que, dans cette combinaison, l'attraction diffère beaucoup

entre trois substances qui la forment d'avec ce qu'elle est entre deux d'entre elles en particulier.

77. Tout ce qui vient d'être exposé appartient à la décomposition du sulfate neutre de mercure par l'ammoniaque. Il y a d'autres phénomènes dans la décomposition du sulfate acide et du sulfate jaune ou avec excès d'oxide par le même alcali ; mais cette différence est facile à déterminer, d'après ce qui a été dit ci-dessus. L'ammoniaque versée dans une dissolution de sulfate acide de mercure n'y forme point de précipité, parce que l'alcali, s'unissant à l'acide excédant, se porte en sulfate ammoniacal sur le sulfate de mercure avec lequel il se combine en sel triple ; celui-ci ressemble alors parfaitement à celui de la liqueur qui surnage le précipité noir par l'ammoniaque dans la dissolution de sulfate neutre de mercure. L'action de ce même alcali sur le sulfate jaune est absolument l'inverse de celle qu'il exerce sur le sulfate acide : ici l'excès d'oxide fait qu'il se forme beaucoup plus d'oxide noir que de sel triple, en raison de l'action de l'ammoniaque sur cet oxide ; il n'y a d'ailleurs qu'un peu de sel triple, ou sulfate ammoniaco-mercuriel, de formé.

78. Pour confirmer tous ces résultats nouveaux sur la formation de ce sel triple, sur sa nature, et spécialement sur la différence de saturation de l'acide sulfurique par ces deux bases qui lui sont unies tout à la fois, j'ai fait un mélange des dissolutions concentrées de sulfate de mercure bien neutre et de sulfate d'ammoniaque également neutre ; il s'est déposé sur-le-champ une poudre blanche que j'ai reconnue pour une combinaison triple, et la liqueur surnageante contenait un peu d'acide sulfurique à nu. Ce dernier fait a sur-tout prouvé que, dans leur union réciproque et simultanée avec l'acide sulfurique, l'oxide de mercure et l'ammoniaque exigent moins de cet acide que la somme de ces deux bases n'en aurait exigé séparément pour en être saturée chacune en particulier. J'ai confirmé également la cause de la portion d'oxide de

mercure précipitée en noir et réduite par l'action de l'ammoniaque, en examinant en particulier celle de cet alcali sur l'oxide du mercure fait par le feu. Je reparlerai de cette action dans un des numéros suivans.

79. Il n'y a aucune action entre le mercure coulant et l'acide sulfureux ; et cela doit être, puisque ce métal ne décompose l'acide sulfurique que jusqu'à l'amener à l'état d'acide sulfureux ; mais il se passe une forte altération entre l'oxide de mercure et ce dernier acide. Si l'on met en contact de l'oxide rouge de mercure et de l'acide sulfureux, l'oxide devient tout à coup blanc comme du lait, il se dégage du calorique, et l'odeur de l'acide sulfureux est tout à coup détruite. En n'employant qu'une petite quantité de cet acide, il se forme du sulfite de mercure ; mais si on en met beaucoup, l'oxide de mercure est complétement ramené à l'état métallique, et l'on trouve de l'acide sulfurique dans la liqueur. Ce dernier phénomène est beaucoup accéléré par le contact des rayons du soleil. On ne peut donc jamais obtenir par là que du sulfate de mercure. De ce que, dans cette expérience, l'oxide de mercure rouge est blanchi d'abord, et ensuite réduit complétement par l'acide sulfureux, il ne faut pas en conclure que cela est contradictoire avec la décomposition de l'acide sulfurique par le mercure ; car il n'y a point de parité entre ces deux phénomènes : le premier n'a lieu qu'à froid, et le second ne s'opère qu'à l'aide de la chaleur. La même expérience prouve encore que l'oxide de mercure blanc contient moins d'oxigène que le rouge.

80. L'acide nitrique est facilement et rapidement décomposé par le mercure ; cette action est beaucoup plus forte que celle qu'il exerce sur l'acide sulfurique. Elle a lieu à froid et dès le moment du contact de ces deux corps ; elle ne commence pas spontanément, soit lorsque l'acide est trop concentré, soit lorsqu'il est trop étendu d'eau ; elle est accompagnée d'une effervescence due au dégagement de gaz

nitreux : c'est un des moyens de se procurer ce gaz, et c'est l'expérience par laquelle Lavoisier a commencé l'analyse de l'acide nitrique. L'eau-forte du commerce agit sur le mercure sans répandre cependant beaucoup de vapeur rouge. Lorsque l'opération est faite dans un vase conique très-alongé, et lorsque l'acide recouvre le mercure à une assez grande hauteur, on observe souvent un phénomène qui en a imposé aux chimistes. Dans le commencement de l'opération, l'acide se colore en vert bleuâtre vers le fond ; c'est évidemment à l'oxide nitreux qui se sépare de la portion inférieure de l'acide décomposé qu'est due cette coloration : et en effet, cet oxide ne se dégage pas alors en gaz, la couleur de la dissolution augmente tant qu'il n'y a pas de bulles qui sortent à la surface de la liqueur. On voit de petites bulles qui partent de dessus le mercure, et qui disparaissent dans la partie inférieure de ce liquide ; lorsque l'action plus forte développe plus de chaleur, le gaz nitreux s'échappe, et la liqueur perd la couleur qu'elle avait prise. Ce phénomène prouve que le mercure a plus d'attraction pour l'oxigène que n'en a l'oxide d'azote. A mesure qu'il se brûle le métal oxidé se dissout dans la portion d'acide non décomposée, car on emploie ordinairement pour cette dissolution beaucoup plus d'acide qu'il n'en faut pour oxider simplement le métal ; et on peut en séparer, par la pensée, la totalité en deux parties par rapport à l'action différente que chacune d'elles exerce sur le mercure, la partie oxidante et la partie dissolvante. La dissolution s'arrête lorsqu'il y a équilibre entre la proportion d'oxide mercuriel formé et celle de l'acide nitrique nécessaire pour la dissoudre. Cet acide peut dissoudre ainsi une quantité de mercure égale à la sienne.

81. La dissolution nitrique de mercure, faite à froid, est blanche et sans couleur ; elle est très-pesante et d'une causticité si forte qu'elle sert en chirurgie sous le nom impropre d'*eau mercurielle* pour corroder et détruire des chairs baveuses.

Sur la peau elle fait des taches brunes presque noires, qui ne disparaissent que par la chûte de l'épiderme en escarres. Elle colore de la même nuance toutes les substances végétales et animales, et cette coloration est indélébile. Elle fournit soit spontanément, soit par évaporation, des cristaux d'une forme très-variée suivant l'état de cette liqueur, et suivant les circonstances qui accompagnent la cristallisation. Je les ai vus sous quatre formes différentes; par l'évaporation spontanée, j'ai obtenu des cristaux transparens, réguliers, à quatorze facettes formées par la réunion de deux pyramides tétraèdres, comme tronquées très-près de leurs bases, et aux quatre angles résultant de l'union des pyramides. La même dissolution, évaporée et mise ensuite à refroidir, dépose, au bout de vingt-quatre heures, des espèces de prismes aigus, striés obliquement sur leur largeur, et formés par l'application successive de petites lames posées en recouvrement les unes sur les autres à la manière des tuiles. Ces lames, examinées avec soin, paraissent être les mêmes solides à quatorze facettes que les cristaux indiqués ci-dessus, mais plus petits et plus réguliers qu'eux. Une dissolution nitrique, faite à l'aide d'une chaleur douce, fournit par le refroidissement des aiguilles plates, très-longues, très-aiguës, et striées sur leur longueur; ce sont celles qu'on obtient le plus souvent: elles ont été décrites par la plupart des chimistes, et sur-tout par Macquer et Rouelle. Enfin il y a une quatrième forme très-irrégulière: c'est celle d'une masse blanche remplie souvent de petites aiguilles longues satinées, flexibles; mais celle-ci appartient à une autre dissolution, ou à une autre modification du nitrate de mercure dont il est nécessaire de considérer les propriétés.

82. Quoique quelques chimistes aient indiqué l'état de cette seconde dissolution nitrique avant Bergman, c'est à celui-ci qu'on doit la première connaissance exacte de cette modification remarquable du nitrate mercuriel. Cet illustre chimiste

a fait observer, dans sa Dissertation sur l'analyse des eaux, que les dissolutions nitriques de mercure différaient les unes des autres suivant la manière dont elles avaient été préparées. Celle qui a été faite à froid, dont j'ai déja parlé, et qui n'a point donné lieu au dégagement des vapeurs rouges, n'est point décomposable par l'eau distillée ; mais si l'on a aidé la dissolution par la chaleur ; s'il s'en est dégagé une grande quantité de gaz nitreux, elle précipitera par l'eau, elle ne pourra plus servir de réactif sûr. Je ne parlerai point ici de la théorie erronée que Bergman admettait pour expliquer cette différence ; je donnerai celle que mes expériences sur cet objet m'ont fait adopter. Ce phénomène est dû à la même cause dans la dissolution nitrique que dans la dissolution sulfurique. Cette sorte de dissolution, avec excès de mercure, est précipitée par l'eau distillée, parce que celle-ci change la densité de la liqueur, et diminue l'adhérence de l'oxide de mercure pour l'acide nitrique : aussi le précipité est-il du nitrate avec un grand excès de mercure, très-oxidé et très-jaune si l'on verse la dissolution dans l'eau chaude, ou blanc si on la verse dans de l'eau froide. On peut donner la couleur jaune de turbith au dernier, en le lavant dans de l'eau bouillante au moment même de sa précipitation. La dissolution faite à froid ne contenant, au contraire, que du nitrate sans excès d'oxide de mercure, puisqu'elle ne peut se charger d'oxide surabondant qu'à l'aide de la chaleur, l'eau distillée ne peut y produire aucun précipité. Ce qui prouve cette assertion, c'est qu'on peut rendre à volonté la même dissolution mercurielle décomposable ou non par l'eau, en y ajoutant ou de l'oxide de mercure ou de l'acide, et la faire passer plusieurs fois de suite à l'un ou à l'autre de ces états. Si l'on ajoute du mercure à une dissolution nitrique de ce métal faite à froid et ne précipitant pas par l'eau, en aidant l'action par la chaleur, elle se charge de nouvel oxide et devient capable d'être précipitée par l'eau. Si l'on chauffe quelque temps la même

dissolution de mercure, qui ne change point de nature par l'eau, elle en devient bientôt susceptible, parce qu'on a diminué par là la proportion de son acide, et augmenté celle de l'oxide de mercure, ainsi que son oxidation, comme le prouve le gaz nitreux qui se dégage dans cette expérience; l'oxide, par son abondance et son état surchargé d'oxigène, n'est plus adhérent à l'acide comme il l'était auparavant, et l'eau a dès lors le pouvoir de l'en séparer, et de le précipiter en poudre blanche ou jaunâtre. Cette espèce de dissolution forme avec l'acide muriatique un sel soluble, tandis que celle du *nitrate neutre* ou du nitrate acide de mercure forme avec cet oxide un sel indissoluble.

83. Le précipité qu'on obtient n'est pas composé cependant de tout l'oxide de mercure uni à l'acide nitrique : quelque grandes que soient les quantités d'eau dont on se sert pour le former, il y a dans la liqueur, après la séparation de son dépôt, une petite portion d'oxide uni à l'acide qui reste. Je m'en suis assuré en versant dans cette liqueur, déja précipitée par l'eau et surnageante, des alcalis fixes qui en séparent la portion d'oxide qui y reste. J'ai trouvé aussi que la même liqueur peut fournir des cristaux de nitrate de mercure, et qu'elle se comporte, à beaucoup d'égards, comme la première dissolution indécomposable par l'eau seule. Ainsi je conclus de tous ces faits, et de toutes les expériences connues aujourd'hui sur la combinaison de l'acide nitrique et du mercure, qu'il y a trois sortes de combinaisons entre cet acide et l'oxide de ce métal, comme il y a trois espèces de sulfate de mercure; et je distingue trois nitrates par le même principe et par des dénominations analogues; savoir,

a. *Le nitrate de mercure neutre* : c'est celui que donne en cristaux réguliers la dissolution en bon état, qui ne précipite pas par l'eau.

b. Le *nitrate acide de mercure*, on l'obtient en dissolvant le premier dans l'eau, chargée de plus ou moins d'acide

nitrique, ou en ajoutant cet acide d'une manière quelconque aux deux autres nitrates : c'est le produit le plus fréquent qu'on ait dans la plupart des dissolutions de mercure, faites pour les usages pharmaceutiques et pour les manufactures.

c. *Le nitrate avec excès d'oxide de mercure* ; il existe dans la dissolution qui précipite par l'eau ou qu'on nommait autrefois en mauvais état, ou lorsqu'on traite les deux premières espèces par l'action du feu ; il passe souvent à l'état d'oxide jaune au moment de sa précipitation, ou quelques instans après, et devient ce qu'on nommait autrefois *turbith nitreux*.

84. Quoique ces trois nitrates se ressemblent par plusieurs de leurs propriétés et par quelques phénomènes de leur décomposition, ils offrent cependant quelques différences qu'il est utile de connaître et d'apprécier ; on peut le faire en examinant les caractères du véritable nitrate de mercure, de celui qui est neutre, que l'eau ne sépare pas de sa dissolution, et qui passe si souvent ou à l'état acide ou à l'état de surcharge d'oxide dans les différens traitemens qu'on lui fait subir. On va voir que l'examen de celui-ci pourra naturellement conduire à la connaissance des deux autres. Le nitrate de mercure, placé sur un charbon ardent, détone faiblement, quoiqu'avec une flamme blanche assez vive et assez rapide, lorsqu'on a eu soin de le faire bien égoutter, et même de le sécher auparavant entre deux papiers ; lorsqu'il est humide, il se fond, se noircit, éteint la portion du charbon allumé qu'il occupe, jette de petits éclairs rougeâtres avec une légère décrépitation sur ses bords desséchés. Le nitrate avec excès d'oxide est moins sensible encore comme détonant. Celui avec excès d'acide bouillonne, coule très-vîte, se boursoufle beaucoup, exhale beaucoup de vapeur rouge, et ne détone que très-faiblement. Si on chauffe le nitrate de mercure neutre dans un creuset sans le contact de matière combustible, il se fond, exhale du gaz nitreux, devient jaune

foncé, passe bientôt à l'orangé, et de là au rouge brillant : dans cet état on le nommait autrefois *précipité rouge* ; dans la nomenclature méthodique, on l'a désigné par l'expression *d'oxide de mercure rouge par l'acide nitrique*. On le prépare souvent pour en former un *escarotique* en chirurgie, en chauffant et en décomposant le nitrate dans des fioles à médecine. On l'obtient alors, si l'opération est faite avec lenteur et précaution, sous la forme de belles écailles brillantes, du plus beau pourpre, d'une âcreté considérable. Il ne contient plus d'acide lorsqu'il est bien préparé et bien homogène : ce n'est plus qu'un oxide de mercure rouge et pur, en tout semblable à celui qu'on obtient par la simple oxidation à l'air ; et les chimistes qui ont attribué sa causticité à la présence de l'acide nitrique se sont trompés. Lorsqu'il en retient encore, c'est qu'il n'est pas véritable précipité rouge, c'est qu'il n'a pas été assez chauffé, et qu'il recèle encore des portions de nitrate de mercure jaune, qui, avec la partie d'oxide rouge formé, constituent une poudre orangée : aussi, pour être bien préparé, faut-il qu'il soit d'un beau rouge pourpre vif, sans mélange de jaune, vert, orangé ou clair. Il est bien évident que son âcreté tient à l'oxigène et à son état de véritable oxide rouge. On peut bien trouver quelque avantage pour la chirurgie à ne pas pousser entièrement sa décomposition jusque-là, à y laisser un peu d'acide nitrique pour le rendre plus promptement et plus énergiquement caustique ; mais ce n'est pas là le véritable précipité rouge des chimistes, qui doivent le pousser jusqu'à ce qu'il ne contienne plus d'acide. Cette expérience prouve qu'à une haute température l'oxide de mercure blanc, uni sous forme saline à l'acide nitrique, décompose cet acide, lui enlève son oxigène, le porte à l'état d'oxide d'azote, passe lui-même jusqu'au *maximum* de son oxidation, et fait voir que c'est un commencement de cette action qui a lieu toutes les fois qu'on chauffe ce sel même en dissolution, lorsque surtout on le fait passer de l'état de nitrate neutre à celui de nitrate avec excès d'oxide et décomposable par l'eau.

85. On voit encore mieux ce qui se passe dans cette décomposition du nitrate de mercure par le feu, lorsqu'on fait l'expérience dans une cornue; tant qu'il est fondu et jaune, il donne de l'eau acidule et du gaz nitreux. Du moment qu'il est devenu rouge, il ne fournit plus que du gaz oxigéné, mêlé sur-tout vers la fin d'un peu de gaz azote. Il faut, pour obtenir ce dernier produit, un feu plus fort que pour les premiers. A mesure que le gaz oxigéné se dégage, l'oxide se réduit et passe à l'état de mercure coulant, comme l'oxide *per se*, dont il ne diffère que par la petite portion de gaz azote, provenant de l'acide nitrique qu'on trouve parmi ses produits aériformes. C'est de cette belle expérience que Lavoisier s'est servi pour commencer l'analyse de l'acide nitrique, et c'est par elle qu'il s'est élevé peu à peu à la connaissance générale de la nature des autres acides, et de la théorie de l'acidification.

86. Le nitrate de mercure pur et neutre, exposé à l'air en cristaux, s'altère sans cesse; il absorbe peu à peu de l'oxigène atmosphérique; il passe de la couleur blanche à la couleur jaune; on ne peut le conserver sans altération que dans des vaisseaux bien fermés: lorsqu'il a pris une teinte jaune à sa surface, si on essaie de le dissoudre dans l'eau, il s'en sépare une poussière de la même couleur; pâle, si l'eau est froide; plus foncée, si elle est bouillante. C'était le *turbith nitreux* de Monnet, et on en connaît la formation d'après ce qui a été dit ci-dessus. Cette poudre est un oxide jaune retenant un peu d'acide nitrique; c'est un nitrate avec excès d'oxide de mercure qui passe plus facilement et plus promptement à l'état de précipité ou d'oxide rouge lorsqu'on le chauffe, parce qu'il a déja éprouvé une partie de sa décomposition comme nitrate de mercure. L'eau bouillante fonce sa couleur, non seulement parce quelle favorise son union avec l'oxigène atmosphérique, mais encore parce qu'elle en sépare une portion de nitrate de mercure blanc qui lui est encore mêlé: on remarque même

que cette espèce de *turbith nitreux* est plus oxidé que celui qui est fait par l'acide sulfurique, parce qu'il est bien plus surchargé d'oxigène par le premier que par le second de ces acides. Aussi passe-t-il promptement à l'état d'oxide rouge par l'action du feu, tandis que celui qui provient de l'acide sulfurique n'éprouve que très-difficilement ce genre de décomposition.

87. On doit facilement comprendre que le nitrate de mercure n'est complétement dissoluble dans l'eau que lorsqu'il est bien blanc et bien pur; on a observé que celui qui est avec excès d'acide s'altère moins à l'air et jaunit bien moins que le neutre, et qu'en général, à une basse température, un excès d'acide nitrique s'oppose à l'oxidation du mercure et rend le nitrate de ce métal plus permanent et moins décomposable qu'il ne l'est dans l'état pur. C'est d'ailleurs là un phénomène général dans toutes les combinaisons des oxides métalliques avec les acides. Comme ceux-ci ne peuvent dissoudre les oxides qu'à un certain terme d'oxidation, au-delà duquel ces derniers ne peuvent pas s'y unir ou s'en séparent, les acides qui leur sont combinés les retiennent, arrêtent leur oxidabilité par l'air, en retardent au moins les progrès en raison de l'adhérence qu'ils ont contractée avec eux, et cette oxidabilité reprend toute sa force au moment où les oxides sont séparés des acides. On a vu l'exemple le plus frappant de cet effet dans l'histoire du manganèse.

88. Le nitrate de mercure est décomposé par toutes les matières alcalines, avec des phénomènes différens, suivant son état, et spécialement suivant le degré d'oxidation de l'oxide qu'il contient; car cette condition-là influe plus sur la différence des précipités que celle de la proportion d'acide nitrique. Bergman distinguait les deux dissolutions de mercure, celle qui ne précipite point par l'eau ou qui est en bon état par rapport à son usage comme réactif, de celle qui précipite, et qui, sous le même point de vue, est en mauvais

état, par la diversité des précipités que chacune d'elles est susceptible de donner à l'aide des matières alcalines. La première donne, suivant lui, par la potasse, un oxide d'un blanc tirant au jaune; par le carbonate de potasse, un oxide blanc; par l'ammoniaque, un oxide d'un gris noir; par l'acide sulfurique et les sulfates, une poudre blanche grenue; par l'acide muriatique et les muriates, un précipité épais comme du caillé. La seconde, plus âcre, moins cristallisable, donne par les alcalis fixes des précipités plus jaunes ou plus bruns; par l'ammoniaque, un précipité blanc; par l'acide sulfurique et les sulfates, un précipité jaunâtre; et par l'acide muriatique, un caillé plus abondant. Voici les faits que j'ai observés sur la décomposition du nitrate de mercure avec excès d'acide par l'ammoniaque; cet alcali le précipite en poudre noire, très-peu abondante lorsqu'on en met abondamment. Si on n'en met que peu, le précipité est blanchâtre ou grisâtre; la dissolution claire qui surnage le précipité, donne beaucoup de précipité blanc quand on l'étend d'eau; on obtient le même dépôt blanc en mêlant du nitrate de mercure et du nitrite d'ammoniaque; en évaporant la liqueur qui a été troublée par l'eau, elle dépose des cristaux prismatiques à six pans, à mesure que l'ammoniaque libre se volatilise. Le précipité blanc est un sel triple, espèce de nitrate ammoniaco-mercuriel très-peu soluble, avec excès d'oxide de mercure et d'ammoniaque relativement à la dose de l'acide nitrique, dans lequel l'oxide de mercure paraît saturer de l'ammoniaque et former une sorte de *mercuriate ammoniacal*. Il est composé en effet de 68.20 d'oxide de mercure, de 16 d'ammoniaque, et de 15.80 d'acide nitrique et d'eau.

89. La combinaison de l'oxide de mercure avec l'acide muriatique forme deux composés très-importans, dont les chimistes se sont beaucoup occupés depuis près d'un siècle, et qui ont sur-tout été le sujet de très-belles découvertes dans la doctrine pneumatique. On peut dire même que malgré les faits

nombreux qui avaient été apperçus et décrits sur les sels avant l'établissement de cette doctrine, étaient plus propres à obscurcir qu'à éclairer la connaissance de leurs propriétés. Il en est du rapport de ces faits avec la théorie pneumatique, comme de tous ceux qui appartiennent à l'importante histoire du mercure; on trouve dans leur exposition ou leur ensemble, d'un côté, le véritable fondement de la doctrine des chimistes français, et de l'autre la seule explication heureuse de leurs causes et de leurs effets. Cette double raison exige qu'on recherche avec soin, et qu'on examine en détail tout ce qui appartient à l'union de ces substances. Les Arabes ont eu quelques notions, dans les dixième et onzième siècles, des muriates de mercure; les alchimistes les ont les premiers découverts et décrits parmi les expériences qu'ils ont faites sur la pierre philosophale; les chimistes pharmacologistes s'en sont spécialement occupés. Bergman en a fait un long examen, mais n'en a pas connu la nature, ni même soupçonné la différence, en 1769, époque, à la vérité, où il était impossible de rien comprendre encore à leurs différences et à leur composition. Le citoyen Berthollet est le premier qui, après ses recherches sur l'acide muriatique oxigéné, ait expliqué les deux états principaux de muriate de mercure, et mis dans le plus grand jour leurs caractères distinctifs, d'après des expériences ingénieuses. Depuis ses découvertes, l'histoire de ses importantes combinaisons n'a plus rien présenté d'obscur, et elle est vraiment devenue un des triomphes de la doctrine pneumatique, comme on va le voir d'après l'exposé que je me propose d'en faire.

90. L'acide muriatique n'a aucune action sur le mercure, ni à froid ni à chaud. On a cependant prétendu qu'en faisant rencontrer cet acide et ce métal en vapeur, ils s'unissaient et formaient un composé salin sublimé. Poulletier-de-la-Salle, éditeur français de la Pharmacopée de Londres, cite une expérience dans laquelle il a fait, par ce procédé, du mu-

riate de mercure corrosif ; mais il est évident qu'on ne peut avoir ainsi qu'une bien petite quantité de sel, puisque le mercure, même en vapeur, n'ayant d'action ni sur l'eau, si sur l'acide muriatique, et ne pouvant enlever de l'oxigène ni à l'un ni à l'autre de ces corps, ne peut s'unir à cet acide qu'autant qu'il se sera d'abord oxidé par l'air de l'appareil : et quelque grand que soit celui-ci, il est difficile que le métal puisse s'oxider sensiblement par ce simple procédé. Aussi les auteurs qui ont indiqué ce procédé, conviennent-ils tous qu'il ne fournit que bien peu de sel, et qu'il est plus curieux qu'utile.

91. Mais si l'acide muriatique n'a aucune action sur le mercure, il en a une très-forte sur les oxides de ce métal, comme Margraff l'a fait voir le premier en 1746. Suivant l'état d'oxidation de ces oxides et la quantité d'oxigène qu'ils contiennent, la manière dont ils sont attaqués par l'acide muriatique est différente. A peine l'oxide noir est-il susceptible de s'y unir. L'oxide blanc l'absorbe et forme avec lui un muriate noire, insoluble s'il est peu oxidé, et un muriate soluble s'il l'est davantage : car beaucoup de faits prouvent que l'oxide blanc de mercure peut varier en oxidation. L'oxide jaune, et sur-tout l'oxide rouge, mis en contact avec l'acide muriatique, font une effervescence sensible ; il se dégage de l'acide muriatique oxigéné, et l'oxide, en passant à la couleur blanche, s'unit à l'autre portion d'acide muriatique, de manière à former un muriate soluble. Ces phénomènes prouvent que l'attraction entre les oxides de mercure et l'acide muriatique est très-forte, et annoncent déja qu'il peut y avoir deux genres de combinaison entre ces corps.

92. C'est à cette attraction qu'est due la manière dont cet acide se comporte avec les dissolutions de mercure dans les acides sulfurique et nitrique : il enlève en général l'oxide de mercure à ces acides ; mais il produit un effet double avec ces deux sels, suivant leur état. Si on traite le sulfate de mercure jaune ou le nitrate métallique précipitant par l'eau, ainsi que

le nitrate de mercure jaune solide avec l'acide muriatique, on forme un muriate soluble, qu'on nomme *muriate de mercure corrosif*, à cause de son excessive âcreté, et quelquefois *muriate suroxigéné de mercure*, à cause de la surabondance d'oxigène que le sel ainsi préparé tient dans sa composition. Si au contraire on traite, par cet acide, du sulfate de mercure acide ou neutre, et du nitrate de mercure non précipitant par l'eau, on obtient dans les liqueurs mêlées un précipité lourd, en caillé, blanc, indissoluble, peu sapide, qu'on nommait autrefois *mercure doux*, et que nous désignons aujourd'hui par le nom de muriate de mercure ou de muriate de mercure doux. Il faut observer qu'on obtient les mêmes résultats, soit qu'on traite au feu des muriates alcalins et sur-tout du muriate de soude avec les sulfates ou les nitrates de mercure, soit qu'on mêle des dissolutions de ces divers sels réciproquement. La seule différence dans les produits, c'est que les muriates de mercure sont volatilisés dans le premier cas, et précipités ou obtenus par l'évaporation des liqueurs dans le second; et comme on a presque toujours préparé ces sels en chimie par la voie sèche, on en a nommé les produits *sublimés corrosif* ou *doux*.

93. Quand on met en contact du mercure coulant avec de l'acide muriatique oxigéné liquide, le métal est promptement oxidé, converti en poudre noire et grise, qui se dissout dans cet acide lorsque sa proportion est assez grande. Cette dissolution s'opère sans effervescence et sans mouvement, parce que le mercure, en enlevant l'oxigène, n'a pas ici besoin de dégager ce principe d'un autre qui soit obligé de s'échapper en gaz. Si la dose d'acide muriatique oxigéné n'est que peu abondante, il se forme une poudre blanche qui est *du muriate mercuriel doux*: si on augmente la proportion de l'acide oxigéné, la poudre saline se redissout, et la liqueur tient alors en dissolution *du muriate mercuriel corrosif*. On voit que ce procédé, fort simple et fort expéditif, est un des meilleurs qu'on puisse employer

pour préparer ces sels, quoique je ne sache point qu'on l'ait encore mis en pratique dans les manufactures, où il sera tôt ou tard adopté, et où il suffira de chauffer dans des appareils fermés, convenables aux sublimations, une espèce de pâte ou de mélange fait avec le sulfate de fer, le muriate de soude, l'oxide de manganèse et le mercure coulant; on variera les doses pour avoir ou du muriate corrosif ou du muriate doux; la théorie de ces opérations est très-simple. Le sulfate de fer, chauffé, laisse dégager son acide sulfurique qui chasse du sel marin l'acide muriatique; celui-ci se portant sur l'oxide de manganèse, passe à l'état oxigéné, cède bientôt son oxigène au mercure et s'unit à son oxide en *muriate doux* si l'acide muriatique n'est que peu abondant, en *muriate corrosif* si la quantité est plus considérable : ainsi il sera suffisant de varier les doses respectives pour avoir l'un ou l'autre de ces produits.

94. Il est aisé de concevoir d'après cela que l'acide muriatique oxigéné doit dissoudre bien plus facilement encore tous les oxides de mercure que ce métal liquide; aussi n'en est-il aucun avec lequel il ne se forme presque sur-le-champ, et au moment du contact, du muriate suroxigéné et corrosif. Aussi lorsqu'on mêle cet acide avec des sulfates de mercure en quelqu'état qu'ils soient, les convertit-il tous en muriate corrosif; et si on l'ajoute aux dissolutions nitriques, en redissout-il constamment les précipités qu'il y occasionne d'abord, lorsqu'on le met en quantité suffisante : il y a même des cas où il ne fait pas de précipité sensible dans la dissolution nitrique de mercure; quelquefois même, celle-ci, lorsqu'elle contient un oxide de mercure très-oxidé, ne se trouble point par l'acide muriatique ordinaire, qui y forme alors du muriate de mercure corrosif : preuve que la proportion considérable d'oxigène est la seule condition nécessaire à la composition du muriate suroxigéné de mercure, et qu'il est indifférent que cette proportion soit fournie par l'acide ou par l'oxide.

95. Il y a donc deux combinaisons très-différentes entre l'acide muriatique et l'oxide de mercure, qui ont un grand rapport avec celles qui ont été distinguées également dans l'histoire du sulfate et du nitrate du même métal, tenant, comme dans ceux-ci, à la proportion de l'oxigène, et qu'il est essentiel de décrire et d'étudier en particulier. On verra même bientôt qu'il y en a une troisième avec excès d'acide. Ce qu'on a déja dit sur la nature générale de ces muriates, a dû suffire pour prouver qu'on peut les préparer d'un grand nombre de manières différentes. Aussi les auteurs ont-ils singulièrement varié entre eux pour les procédés propres à former ces deux sels. Wallerius en comptait déja dix de son temps pour fabriquer le sublimé corrosif. Bergman, dans sa Dissertation écrite en 1769, en a décrit un grand nombre; mais il en est de plus généralement adoptés à cause de leur simplicité et de leur succès. Quoique j'en aie indiqué plus haut un nouveau qui peut remplir le but des fabricans de ces sels. Je donnerai ici quelques-unes des méthodes les plus répandues pour préparer le muriate suroxigéné de mercure, par lequel je commencerai leur histoire, et je suivrai la même marche par rapport au muriate de mercure doux, dont je parlerai ensuite.

96. Le plus souvent on mêle parties égales de nitrate de mercure desséché, de muriate de soude décrépité, et de sulfate de fer calciné au blanc; on met ce mélange dans un matras dont les deux tiers doivent rester vides; on plonge ce vaisseau dans un bain de sable qu'on chauffe par degrés jusqu'à faire rougir le fond du matras. On attend que l'appareil soit bien refroidi pour le casser et en extraire le muriate de mercure suroxigéné et corrosif qui se trouve sublimé au haut du matras. Dans cette opération, l'acide sulfurique dégagé du sulfate de fer par l'action du feu décompose le muriate de soude, dont l'acide muriatique sépare l'acide nitrique du nitrate de mercure en lui enlevant une portion de son oxigène : ainsi surchargé de ce principe, il s'unit à l'oxide mercuriel avec lequel

il forme le muriate corrosif; il se dégage du gaz nitreux, il reste au fond du vaisseau une masse rouge colorée par l'oxide de fer, d'où l'on extrait par l'eau du sulfate de soude. On assure que dans les fabriques en grand de Hollande, on obtient ce produit en exposant à un grand feu un mélange à parties égales de mercure, de muriate de soude et de sulfate de fer. Dans ce procédé, indiqué par beaucoup d'auteurs, il paraît que l'oxide de fer rouge, résidu de la décomposition du sulfate, cède assez d'oxigène à l'acide muriatique pour lui donner la propriété de se porter sur le mercure, de s'y combiner et de le réduire à l'état du muriate suroxigéné. Il est encore possible d'obtenir le même sel en traitant au feu des mélanges de sulfate de fer, de muriate de soude et d'oxides de mercure divers obtenus par la précipitation de ses dissolutions à l'aide des alcalis.

97. Boulduc a fait revivre un ancien procédé de Kunckel, qui réussit aussi très-bien, et qui est plus simple que les précédens; il consiste à chauffer dans un matras un mélange à parties égales de sulfate acide de mercure desséché, et de muriate de soude décrépité. Dans ce cas, après la sublimation du muriate suroxigéné du mercure, il reste du sulfate de soude pur et seul au fond du vaisseau. Ce procédé est celui de tous qui fournit le muriate suroxigéné de mercure le plus pur; car celui de Hollande est ordinairement mêlé d'oxide de fer, ou peut-être de muriate de fer, qui, se décomposant à chaque sublimation qu'on lui fait éprouver, laisse toujours au fond des vaisseaux sublimatoires un peu d'oxide de ce métal. Ce qui a été dit du sulfate de mercure dans les numéros précédens, explique facilement la production du muriate suroxigéné de mercure, qui a lieu dans ce procédé de Kunckel. La forte oxidation du mercure suffit ici comme lorsqu'on met de l'acide muriatique en contact avec un oxide de ce métal : c'est le cas du sulfate jaune, qui, comme on l'a déja exposé plus haut, forme constamment du muriate suroxigéné de mercure avec l'acide

muriatique. Monnet assure qu'en traitant du muriate de soude dans un vaisseau sublimatoire avec l'oxide de mercure précipité de sa dissolution nitrique par l'alcali fixe, on obtient aussi du sublimé corrosif. Cette expérience, qui paraît contradictoire avec les attractions connues, demande à être répétée ; aucun chimiste, depuis celui qui l'a proposée, n'en a encore confirmé le succès.

98. On peut préparer promptement du muriate suroxigéné de mercure, en versant dans une dissolution nitrique de ce métal, de l'acide muriatique oxigéné, et en évaporant la liqueur lorsqu'elle contient ce dernier acide en surabondance : l'acide du nitre se dégage en vapeur ; une partie de l'acide muriatique oxigéné se volatilise ; et le liquide donne, après une suffisante évaporation et en le laissant refroidir, des cristaux réguliers et purs de muriate mercuriel corrosif. Ce procédé simple, sans appareil comme sans danger de vapeur, est surtout très-propre à être employé dans les laboratoires pharmaceutiques ; et son produit, comme très-pur, peut spécialement être consacré aux usages médicinaux : il n'est pas nécessaire de sublimer le sel ainsi obtenu.

99. Le muriate oxigéné ou suroxigéné de mercure a une saveur extrêmement âcre et caustique. Lorsqu'on en met une parcelle sur la langue, il laisse pendant long-temps dans la bouche une sensation de stypticité métallique très-forte et très-désagréable. Cette impression, propagée jusqu'à la gorge et au larynx, y porte un resserrement spasmodique, et un sentiment de strangulation qui dure plusieurs heures, et qui est très-pénible pour les sujets nerveux. Son action est bien plus vive encore sur l'estomach et les intestins ; s'il reste quelques momens appliqué à leurs parois, il les corrode, les perce ou les enflamme, et les sphacèle ; les lieux qu'il a touchés tombent en escarres gangreneuses. Avant ce terrible effet, il excite des douleurs déchirantes, des nausées, des vomissemens, des convulsions, des faiblesses, et tous les symptômes affreux avant-

coureurs de la mort prompte qu'il occasionne ; c'est un des corps qui, après avoir violemment excité les mouvemens vitaux, les affaiblit et les arrête ensuite avec le plus d'énergie, et fait tomber rapidement en mortification les parties qu'il touche, par son action chimique et délétère. On reconnaît facilement les effets destructeurs d'un caustique, d'un comburant bien actif, dans les traces qu'il laisse après son action. Les anciens chimistes expliquaient ces effets du muriate suroxigéné de mercure par la présence de l'acide. Rien n'est plus faux que cette théorie, et tout prouve aujourd'hui que c'est à l'état d'oxidation du mercure que cette action est due. Qu'on juge, d'après ces faits, quel danger il y a de prescrire le muriate suroxigéné de mercure sous forme solide, comme le font cependant si inconsidérément des hommes peu éclairés.

100. La forme du muriate suroxigené de mercure est extrêmement variée. Par la sublimation il donne un grand nombre d'aiguilles ou de prismes très-fins, serrés les uns contre les autres, qui paraissent être tétraédriques et comprimés. Les auteurs les ont comparés à des barbes de plumes et à des lames de poignard. Quand il est cristallisé par l'eau, il est ou en cubes ou en parallélipipèdes obliques, ou en prismes très-déliés. Quelquefois il donne des prismes quadrangulaires, à pans alternativement étroits et larges, terminés par des sommets cunéiformes, et présentant deux plans inclinés. On dit aussi l'avoir obtenu en prismes hexaèdres très réguliers. En général, il offre des pointes aiguës à ses extrémités ; et des chimistes ont abusé de cette forme pour le comparer à des pointes d'épée ou de poignard, croyant expliquer par là son effet sur l'économie animale, qui est bien loin d'être le produit d'une action mécanique. Les physiciens ont également varié entre eux dans l'appréciation de sa pesanteur spécifique. On la trouve estimée à 6,325 dans la Physique de Coste, tandis que Muschenbroëck la faisoit monter jusqu'à 8,000.

101. Ce sel est assez volatil, et c'est pour cela qu'on

lui a donné le nom de *sublimé corrosif*. Il se réduit facilement en vapeur dans l'air, et cette vapeur est très-dangereuse quand on la reçoit dans la poitrine. Il n'est point décomposable par l'action du calorique, et ne donne point de gaz oxigéné, quoi qu'en aient dit quelques auteurs modernes. Si cela était, il deviendrait du muriate de mercure doux, et il est bien reconnu qu'il n'éprouve point cette conversion par l'action du feu. Il est inaltérable à l'air, où cependant il perd un peu de sa transparence, et devient blanc, opaque, pulvérulent à sa surface. Il est dissoluble dans environ vingt parties d'eau froide : l'eau chaude en dissout un peu davantage ; il cristallise cependant très-peu par le refroidissement, et on n'en obtient des cristaux réguliers que par l'évaporation lente. L'acide sulfurique le rend beaucoup plus dissoluble, mais il le précipite par le refroidissement, et sans altération ; ce qui est d'accord avec la décomposition du sulfate de mercure par l'acide muriatique et les muriates. L'acide muriatique produit le même effet sur le muriate suroxigéné de mercure, y adhère sensiblement, et fait varier sa cristallisabilité, puisqu'on ne l'obtient plus ensuite que sous celle de petites aiguilles, ou puisqu'on ne peut plus le faire cristalliser : l'acide nitrique exhale en le dissolvant des vapeurs d'acide muriatique oxigéné, suivant Bergman, qui assure cependant qu'on peut l'obtenir ensuite sous sa forme cristalline, sans qu'il ait perdu ni de son poids ni de ses propriétés.

102. Toutes les matières terreuses et alcalines ont la propriété de décomposer le muriate suroxigéné de mercure, et de précipiter sa dissolution. Bergman remarque que les alcalis fixes y forment en général un précipité rouge, mais que ce précipité varie suivant la proportion de l'acide qu'il croit variable, et qu'il se rapproche du blanc quand la quantité de l'acide est très-abondante. Il faut observer, à cet égard, que le muriate suroxigéné de mercure bien neutre, verdissant le sirop de violettes, d'une forme cristalline régulière, est un sel

métallique identique, et qui ne varie point dans la proportion de ses principes; c'est par une ancienne erreur, reconnue depuis long-temps, qu'on y admettait un acide très-abondant; il ne peut contenir d'acide excédant que quand il est mal préparé : sa dissolution pure et neutre précipite toujours, par les alcalis fixes, un oxide d'abord jaune orangé, qui devient ensuite rouge de brique, à mesure qu'il absorbe de l'oxigène atmosphérique, comme le prouve l'identité de la couleur qui commence à la partie supérieure de la liqueur. Les carbonates alcalins y forment un précipité moins foncé, d'une couleur simplement jaune, et qui ne se fonce pas comme le premier, parce que l'acide carbonique empêche l'absorption de l'oxigène. La dissolution de muriate suroxigéné de mercure est un bon réactif pour reconnaître la présence d'un alcali dans une liqueur; car elle est précipitée très-sensiblement en jaune ou en rouge par la moindre quantité possible de cette base.

103. On prépare, pour l'usage pharmaceutique, sous le nom d'eau *phagédénique*, à cause de son âcreté, un mélange de trois cents parties environ d'eau de chaux, et d'une partie de muriate de mercure suroxigéné; il se produit sur-le-champ un précipité jaune qui passe bientôt au brun, et qui n'est qu'un oxide mercuriel susceptible d'agir comme un léger escarotique, quelque peu abondant et quelqu'étendu d'eau qu'il soit : on s'en sert en chirurgie, et l'on a soin d'agiter la liqueur à chaque fois qu'on veut l'employer.

104. On sait depuis long-temps que l'ammoniaque ou alcali volatil précipite la dissolution de muriate suroxigéné de mercure en blanc, mais on ne connaissait point la nature de ce précipité. Voici les expériences qui me l'ont fait connaître. Cent parties de muriate de mercure corrosif, mêlées avec l'ammoniaque en excès, m'ont donné quatre-vingt-six parties de ce précipité blanc bien sec; tandis que la soude ne m'a fourni que soixante-quinze parties d'oxide briqueté.

Ce précipité blanc n'a d'abord qu'une saveur terreuse, qui devient métallique et désagréable après quelques momens ; l'eau ne paraît pas le dissoudre. Distillé dans une cornue, il donne de l'ammoniaque en gaz et liquide, du gaze azote, et 0.86 de muriate de mercure doux. L'acide sulfurique a formé avec cette substance du muriate corrosif et du sulfate ammoniaco-mercuriel. L'acide nitrique a converti ce précipité en muriate corrosif et en nitrate ammoniaco-mercuriel ; l'acide muriatique l'a tout-à-fait dissous et a formé un muriate mercurio-ammoniacal dissoluble, vrai *sel alembroth*, des anciens chimistes, dont je parlerai plus bas. Une analyse exacte m'a prouvé que ce précipité contenait 0.81 d'oxide de mercure, 0.16 d'acide muriatique, et 0.03 d'ammoniaque ; il restait dans la liqueur surnageant le précipité du muriate d'ammoniaque pur. La grande différence de la précipitation du muriate suroxigéné de mercure de celle des sulfate et nitrate du même métal, consiste en ce qu'il n'y a point d'oxide de mercure réduit, et en ce que le précipité est tout entier un sel triple indissoluble. Cela indique que l'ammoniaque, sans décomposer le muriate suroxigéné de mercure et sans en séparer d'oxide, forme un sel triple où cet oxide, plus abondant que dans le sublimé corrosif, est saturé par l'ammoniaque, qu'il sature en même temps à la manière d'un acide.

105. Toutes les précipitations du muriate suroxigéné par les matières alcalines conduisent à connaître les proportions des principes de ce sel, et cependant on n'a point encore à cet égard une détermination exacte. Suivant Tackenius, le mercure y est à l'acide comme $3\frac{1}{2} : 1$. Lémery indique cette proportion $:: 5\frac{1}{2} : 1$. Bergman, qui paraît se rapprocher le plus de la vérité, dit, dans sa Docimasie humide, que cent parties de muriate suroxigéné de mercure contient 24.5 d'acide muriatique, et 75.5 de mercure ; mais il y a une erreur dans cette estimation : car si ce sel contient 0.75 de mercure coulant, comme Bergman l'annonce, il est évident que sur

les 24.5 d'acide il faut défalquer la proportion de l'oxigène, qui ne peut aller à moins de 9 à 12 sur les 75.5 de métal : donc il doit y avoir un plus 15.5 d'acide muriatique, ou au moins 12.5 de cet acide dans cent parties de muriate suroxigéné de mercure. C'est à de nouvelles expériences à déterminer ce qui peut manquer à cette appréciation, qui ne peut être encore qu'approximée.

106. La dissolution de muriate suroxigéné de mercure est décomposée par l'eau chargée de gaz hidrogène sulfuré, ainsi que par les sulfures hidrogénés, et par les hidrosulfures alcalins. Ces combustibles mixtes donnent tous également un précipité d'oxide de mercure sulfuré noir, qui passe plus ou moins promptement à la couleur rouge; et l'odeur fétide des sulfures hidrogénés est détruite. On fait aussi un oxide sulfuré noir ou rouge par la voie humide à l'aide de ce procédé. Le phosphore, qui décompose facilement le nitrate de mercure quand on le tient quelque temps plongé dans sa dissolution, n'opère pas si aisément la décomposition du muriate suroxigéné de mercure, parce que ses principes sont plus adhérens que ceux du nitrate. Le gaz hidrogéné phosphoré le précipite en poudre noire. Il n'y a point d'action de la part du carbone sur ce sel, ni à froid ni à chaud.

107. Parmi les sels examinés jusqu'ici, on ne connaît bien que les effets du muriate ammoniacal sur le muriate suroxigéné de mercure. Depuis long-temps cette combinaison a été découverte et examinée par les alchimistes, qui l'ont nommée *sel alembroth* ou *sel de la sagesse*, parce qu'ils ont beaucoup compté sur ses propriétés pour la réussite du grand œuvre, et parce que tout ce qui les flattait, dans ce genre, de l'espoir chimérique d'un succès, était décoré dans leur langage comme dans leur opinion d'un titre pompeux. C'est peut-être le premier sel triple découvert et connu. Le muriate d'ammoniaque rend le muriate suroxigéné de mercure beaucoup plus soluble qu'il ne l'est naturellement, puisqu'une partie du premier,

dissous dans trois d'eau, en rend près de cinq du second, dissoluble dans la même liqueur, tandis qu'il faudrait à ces cinq parties du dernier près de cent parties d'eau pour le dissoudre s'il était seul. Dans cette expérience, il se produit de la chaleur, à cause de la densité que prend la liqueur; et celle-ci se solidifie ensuite par le refroidissement : on peut donc penser que son état liquide dépend de l'élévation de température qui accompagne la dissolution. Le muriate ammoniaco-mercuriel est également formé, ou plutôt il n'est pas décomposé par la sublimation, et les deux sels unis qui le constituent conservent leur adhérence et leur combinaison réciproques dans la volatilisation qu'on leur fait subir. Quand on traite ce sel triple, fait à partie égale des deux sels, par un carbonate alcalin, on obtient en précipité blanc le premier sel triple, formé d'autres proportions, qui a été décrit ci-dessus dans l'histoire de la précipitation du muriate suroxigéné de mercure par l'ammoniaque. On nomme en pharmacie, le sel obtenu par ce dernier procédé *mercure précipité blanc*, quoique ce nom soit aussi donné au muriate de mercure doux formé par l'acide muriatique versé dans une dissolution de nitrate de mercure : on appelle aussi ce dernier précipité *mercure cosmétique*, ou *lait de mercure*. Pour distinguer cette espèce de précipité blanc ou muriate triple de mercure et d'ammoniaque, de celui qui est soluble, et nommé autrefois *sel alembroth*, je désigne ce dernier par le nom de *muriate ammoniaco-mercuriel soluble*, et le premier par celui de *muriate mercurio-ammoniacal insoluble*.

108. Le muriate suroxigéné de mercure est décomposable à chaud par beaucoup de substances métalliques, qui ont plus d'attraction pour l'oxigène que n'en a le mercure. Ces décompositions donnent, d'une part, du mercure réduit sous forme liquide, et de l'autre des muriates métalliques quelquefois suroxigénés, qui sont tous plus ou moins volatils, concrescibles par le froid, fusibles à une chaleur douce, décomposables par l'eau : on les nommait autrefois *beurres*

métalliques; ils sont plus ou moins utiles dans les arts ou dans la pharmacie. On remarque encore que ces décompositions du muriate suroxigéné de mercure sont opérées par les sulfures ou les oxides sulfurés des mêmes métaux, et qu'au lieu d'avoir alors du mercure coulant, on obtient de l'oxide de mercure sulfuré rouge. Il faut observer de plus que les oxides de ces métaux seuls ne décomposent point ordinairement le muriate suroxigéné de mercure, parce que cette décomposition ne pouvant s'opérer que par l'attraction de ces métaux pour l'oxigène qu'ils enlèvent au mercure, ils ne peuvent plus produire cet effet quand ils en sont saturés. Ainsi, l'oxide d'arsenic, ceux de bismuth et d'antimoine, ne décomposent point seuls le muriate suroxigéné de mercure, tandis que leurs métaux le décomposent; mais ces oxides, unis au soufre, le décomposent, parce que l'oxide de mercure est attiré par le soufre : tandis que l'acide muriatique attire de son côté chacun de ces oxides, qu'il convertit en muriate volatil.

109. Cette théorie générale de l'action des métaux et des sulfures métalliques sur le muriate de mercure suroxigéné, s'applique facilement à chacune des décompositions particulières qu'on opère de ce sel par ces corps.

a. En distillant à une chaleur douce deux parties de muriate suroxigéné de mercure avec une partie d'arsenic métallique, auparavant pulvérisés et bien mêlés dans un mortier de verre, il passe dans le récipient une matière de la consistance de l'huile, transparente, dont une partie se fige en une espèce de gelée, et qu'on a nommée *huile corrosive* ou *beurre d'arsenic* : c'est du *muriate d'arsenic sublimé;* le mercure coulant passe ensuite. Le muriate arsenical est décomposé par l'eau, qui en précipite de l'aide arsenieux. Ce même sel âcre et caustique détruit promptement les organes des animaux.

b. Parties égales d'oxide d'arsenic sulfuré et de muriate

suroxigéné de mercure donnent par la distillation du muriate d'arsenic et de l'oxide de mercure sulfuré rouge, qu'on a nommé autrefois *cinnabre d'arsenic.*

c. Deux parties de muriate de mercure corrosif et une partie de bismuth distillées donnent pour produit un liquide épais, congelé en partie comme une graisse très-fusible, précipitable par l'eau, désigné par le nom de *beurre de bismuth*, et qui est du muriate de bismuth sublimé. Le mercure reste uni à une partie du bismuth en amalgame cristallisée, ou se volatilise en partie. Poli, qui a décrit cette expérience en 1713, dans les Mémoires de l'Académie, annonce qu'en distillant plusieurs fois ce *beurre* de bismuth, il reste dans la cornue une poudre brillante, nacrée, de la couleur des perles, grasse, onctueuse, douce au toucher, et assez belle pour qu'il l'ait proposée aux peintres.

d. En broyant une partie d'antimoine en poudre avec deux parties de muriate de mercure suroxigéné, il s'excite de la chaleur qui indique une très-forte action entre les deux corps, et qui ne provient que du passage et de la fixation de l'oxigène du mercure dans l'antimoine. Ce mélange, distillé dans une cornue de verre, à un feu doux, donne un liquide épais, d'apparence graisseuse, un peu fumant, qui se fige dans le récipient et dans le col de la cornue, au bec de laquelle il pend en stalactite, en une masse blanche grisâtre, souvent cristalliforme, et rayonnée à sa surface. Ce produit pèse un quart de plus que l'antimoine : on le nommait autrefois *beurre d'antimoine;* on l'appelle aujourd'hui *muriate d'antimoine sublimé.* Quand ce sel a passé, et qu'on arrête l'opération, le résidu est alors une sorte d'amalgame d'antimoine : une portion de ce dernier métal surnage sous la forme d'une poudre grise. En continuant de chauffer, et en changeant de ballon, après avoir obtenu le muriate d'antimoine on obtient le mercure coulant. Si on fait l'opération avec le sulfure d'antimoine, il se sublime après le muriate anti-

monié, et par un fort coup de feu, un oxide de mercure sulfuré violet, qui ne contient pas assez d'oxigène pour être d'un beau rouge, et qu'on nommait autrefois *cinnabre d'antimoine sublimé*. On ne réussit dans ce procédé qu'à l'aide d'une cornue de porcelaine et d'une grande chaleur. Le muriate d'antimoine sublimé, préparé par l'un ou l'autre de ces procédés, peut cristalliser, par un refroidissement lent, parallèlipipèdes très-gros. C'est un caustique violent qui ronge et brûle les organes animaux, et qui est employé avec un grand succès à l'extérieur pour détruire les virus introduits sur la peau, et sur-tout le virus hidrophobique inséré par la morsure des animaux enragés. Le muriate d'antimoine sublimé se colore à la lumière et à l'air; il se fond et coule comme une graisse à une chaleur douce; il attire l'humidité de l'atmosphère, et se résout en un fluide épais oléagineux; il est décomposé et précipité par l'eau qui en sépare un oxide d'antimoine très-blanc, connu autrefois sous le nom très-impropre de *mercure de vie*, et sous celui de *poudre d'Algaroth*, d'après *Algarothi*, médecin italien, qui l'a le premier recommandé et employé comme médicament purgatif et émétique. L'eau, après l'avoir précipité, en retient une portion en dissolution dans l'acide muriatique qu'elle enlève. L'acide nitrique dissout, avec chaleur, effervescence et dégagement de gaz nitreux, le muriate d'antimoine sublimé; il forme un nitromuriate d'antimoine en liqueur rouge d'abord, qui précipite bientôt une poudre ou magma blanc, en faisant évaporer cette dissolution à siccité, et en ajoutant ensuite son poids d'acide nitrique qu'on fait de nouveau évaporer. En répétant une troisième fois cette pratique, en chauffant enfin ce résidu dans un creuset que l'on tient rouge pendant une demi-heure, on obtient un oxide blanc en dessus, légèrement rosé en dessous, qu'on nommait autrefois *bezoard minéral*, et qui est analogue à l'oxide fait par le nitre. On a vu que l'antimoine, dissous immédiatement dans l'acide muriatique, pouvait par

la sublimation donner naissance au même produit, qu'on obtient encore mieux par l'acide muriatique oxigéné ; mais on l'a toujours préparé par la décomposition du muriate suroxigéné de mercure.

110. Une des propriétés les plus singulières que le muriate suroxigéné de mercure a présentée aux chimistes, par rapport à l'action que les métaux exercent sur lui, c'est son union avec le mercure coulant, avec lequel il forme la combinaison connue sous le nom de *mercure doux* ou *mercure sublimé doux*. La préparation de cette espèce de sel était regardée comme un secret important au commencement du dix-septième siècle. Crollius le vanta beaucoup en gardant le procédé caché. En 1608, Beguin le décrivit, avec beaucoup d'exactitude, dans son *Tyrocinium chemicum*, sous le nom de *dragon mitigé*, à cause de la douceur qu'on communiquait par là au sublimé corrosif. Il devint beaucoup plus répandu sous celui de *panchymagogue de Quercetan* ou de *Duchesne*. C'est Neumann qui lui a donné le nom de *mercure doux*. On l'a connu, à diverses époques, sous les dénominations de *sublimé doux*, *d'aigle mitigé*, d'aigle blanc *aquila alba*, de *manne des métaux*, de *panacée*, de *calomélas*, suivant les diverses manières de le préparer. Le citoyen Baumé, Bergman et Schéele sont les auteurs qui ont le mieux traité de ce sel. La doctrine pneumatique en a fait connaître exactement la nature, en le désignant comme un muriate de mercure simple, et en l'opposant ainsi au précédent, nommé muriate suroxigéné de mercure.

111. Quand on triture ce dernier sel avec du mercure coulant, on s'apperçoit bientôt que ce métal disparaît promptement, qu'il s'éteint dans le sel, et qu'il le colore en gris noirâtre. On faisait autrefois cette opération dans un mortier de verre, en ajoutant du mercure jusqu'à ce qu'il refusât de s'éteindre ; et l'on avait remarqué qu'il en absorbait ainsi les trois quarts de son poids. On mettait le mélange dans des cornues, des matras ou de simples fioles à médecine, dont

on laissait les deux tiers vides; on les plaçait dans un bain de sable, et on chauffait fortement jusqu'à ce que la masse fût toute sublimée : on laissait les vaisseaux bien refroidir ; on séparait la poudre âcre de muriate corrosif élevée la première et une poudre noirâtre qui le salissait. Quelques auteurs voulaient qu'on le sublimât trois fois de suite ; et c'était après ces trois sublimations qu'on le nommait *aquila alba.* D'autres prescrivaient de le retriturer de nouveau avec du mercure à chaque sublimation. Six de ces opérations successives formaient le *calomel* ou le *calomélas;* dénomination absurde, suivant la juste remarque de Bergman, qu'il dit cependant être adoptée en Suède pour le mercure doux à sa première sublimation. Un nommé Labrune avait encore renchéri sur ces opérations fastidieuses, suivant Malouin ; et c'était par la série de neuf sublimations successives qu'il conseillait de préparer la *panacée mercurielle.*

112. Ce procédé est si long, et il a tant d'inconvéniens, sur-tout le danger de la poussière âcre qui s'élève pendant la trituration, malgré la précaution qu'avait l'artiste de s'envelopper la face dans une serviette, que les chimistes ont travaillé à l'envi pour le perfectionner et le corriger. Le cit. Baumé a conseillé de verser un peu d'eau sur les matières que l'on triture, de substituer le porphyre au mortier, et de laver le produit sublimé une fois dans l'eau chaude, pour dissoudre la portion de muriate suroxigéné ou corrosif qui s'y trouve. D'autres ont proposé d'employer l'oxide gris précipité du nitrate de mercure par l'ammoniaque au lieu de mercure, pour diminuer la longueur et les difficultés de l'extinction. Le citoyen Bailleau a prescrit de faire une pâte avec le muriate suroxigéné de mercure et de l'eau, et de la triturer avec le mercure coulant, qui s'y éteint très-facilement, et dans l'espace d'une demi-heure, sans faire volatiliser de poussière corrosive, de faire diriger ensuite la matière à un feu doux; ce qui la blanchit en favorisant la combinaison, et de sublimer enfin une

seule fois le mélange : ce qui suffit, suivant lui, pour l'avoir très-pur.

113. La théorie de cette opération est extrêmement claire et simple. Le muriate suroxigéné de mercure cède très-facilement au mercure une portion de son oxigène : de là la promptitude de l'extinction de ce métal et la couleur grise que prend le mélange, comme le fait le mercure trituré avec un oxide rouge : l'action entre les deux corps s'arrête après l'extinction qui est limitée dans son temps comme dans ses proportions, parce que le partage de l'oxigène entre l'oxide du muriate de mercure corrosif et les $\frac{5}{4}$ de son poids de mercure, une fois terminé, établit un équilibre permanent. Le mélange a déja perdu son âcreté et sa dissolubilité; mais il n'y a pas encore une combinaison bien intime entre les deux portions d'oxide et celle de l'acide; la chaleur achève l'union réciproque qui se trouve complète après une sublimation; toutes les sublimations qu'on ajoute à celle-ci, et à plus forte raison les nouvelles triturations avec du mercure sont inutiles, et le lavage avec l'eau chaude suffit parfaitement pour enlever la petite proportion de muriate corrosif qui peut y rester encore; un peu de muriate d'ammoniaque ajouté à cette lessive assure encore la séparation du corrosif par la tendance qu'il a pour s'y unir en sel triple, tandis qu'il n'exercerait pas la même action sur le muriate de mercure doux.

114. Il est facile de concevoir pourquoi le muriate de mercure suroxigéné, uni par ce procédé aux trois quarts de mercure, perd sa propriété corrosive, puisqu'on a tant de preuves que l'oxigène, diminué et partagé sur une plus grande quantité de mercure auquel il tient davantage, diminue beaucoup la saveur et l'âcreté de ce composé. Il n'est pas moins facile de sentir que comme la différence de ces deux sels dépend en grande partie de la quantité de l'oxigène moins grande et plus adhérente, ainsi que de la proportion moindre de l'acide muriatique dans le second que dans le

premier ; toutes les fois qu'on combinera l'acide muriatique avec le mercure peu oxidé, et qu'il formera dans cette combinaison un sel insoluble, on obtiendra du muriate de mercure doux. Aussi Lémery avait-il dit que le précipité blanc ordinaire, formé par le mélange d'une dissolution de muriate de soude avec une dissolution de nitrate de mercure, n'avait besoin que d'être sublimé pour être du mercure doux ; et aussi Neumann avait-il reconnu une parfaite ressemblance entre ces deux corps. C'est sur cette identité que Schéele s'est fondé pour donner un procédé pour préparer par la voie humide le muriate de mercure doux. Il conseille de dissoudre du mercure dans son poids d'acide nitrique à l'aide d'une légère chaleur, de faire, d'un autre côté, une solution d'un peu plus de la moitié de la dose du mercure de muriate de soude dans trente-deux fois son poids d'eau bouillante, de mêler les deux liqueurs chaudes, de remuer continuellement le mélange, de laisser déposer le précipité, de décanter la liqueur claire qui le surnage, de l'édulçorer avec de l'eau chaude jusqu'à ce que celle-ci sorte sans saveur, de jeter le tout sur un filtre, et de faire sécher à une douce chaleur. Ce muriate de mercure est aussi doux et aussi pur que celui qui est préparé par la trituration, l'extinction et la sublimation : le procédé est simple, facile et sûr ; il n'a aucun des inconvéniens de ce dernier, et il lui est beaucoup préférable.

115. Les propriétés du muriate de mercure doux sont essentiellement différentes de celles du muriate de mercure corrosif. Il n'a que très-peu de saveur, et il n'agit sous forme solide que comme un purgatif léger, tandis que celui-ci est un poison de la plus violente énergie. Il pèse 12.353, suivant Muschenbroëck, qui l'a vu diminuer de pesanteur spécifique, à mesure qu'on le sublimait ; il noircit par une longue exposition à la lumière ; il est lumineux et phosphorique, quand on le frotte dans l'obscurité. Il est plus difficile à volatiliser et à sublimer que le muriate de mercure suroxigéné ; aussi

celui-ci s'élève-t-il avant lui, lorsqu'il y est mêlé, et le trouve-t-on au-dessus dans les appareils sublimatoires. Sublimé lentement et avec précaution, il fournit des cristaux en prismes tétraèdres, terminés par des pyramides à quatre faces; quelquefois ce sont deux pyramides quadrangulaires, unies base à base, en un octaèdre très-alongé et très-aigu. Il est si peu soluble que, suivant les essais de Rouelle faits en 1754, il faut 1152 parties d'eau bouillante pour le dissoudre. Cette dissolution verdit le sirop de violette, se trouble légèrement par les alcalis fixes, devient opaline, sans rien précipiter de sensible pour l'ammoniaque; il prend une couleur brune par le contact de l'eau de chaux, de l'ammoniaque et des alcalis fixes. Il ne s'unit point au muriate d'ammoniaque, qui sert à en séparer le muriate suroxigéné auquel ce dernier sel s'unit si facilement. Il ne peut ni absorber plus de mercure qu'il n'en contient, ni être dans un état moyen entre le sien et celui de muriate suroxigéné mercuriel, état que quelques auteurs ont admis gratuitement et sans preuves; de même il ne peut s'unir avec ce dernier, qu'on en sépare aisément par la volatilisation : l'acide nitrique ne le change point en muriate corrosif; il n'éprouve cette conversion qu'en le traitant avec son poids de muriate de soude et le double de sulfate de fer; l'addition de l'acide muriatique oxigéné le dissout au moment même, et le change en muriate suroxigéné. On ne connaît pas encore bien les proportions des principes du muriate du mercure doux. Lémery disait que l'acide y était au mercure comme $1 : 6\frac{5}{9}$.

116. On ne connaît que très-peu, en comparaison de ce qui vient d'être exposé de l'action des trois premiers acides sur le mercure, celle des autres acides sur ce métal. L'acide phosphorique ne peut pas agir sur le mercure, mais il s'unit à son oxide. On n'opère bien cette union qu'en précipitant du nitrate de mercure avec une dissolution de phosphate alcalin; il se forme sur-le-champ un précipité blanc de phosphate

mercuriel insoluble : la plupart des liqueurs animales donnent cette espèce de sel mêlé avec du muriate de mercure doux, quand on y verse du nitrate de mercure. Le phosphate de mercure est phosphorique et lumineux quand on le frotte dans l'obscurité : exposé au feu, et sur-tout avec un peu de charbon, il donne du phosphore. On a prétendu que le sublimé corrosif était décomposé dans le corps humain par les phosphates qui s'y trouvent ; mais on n'a donné aucune preuve chimique de cette assertion.

117. L'acide fluorique n'a aucune action sur le mercure coulant ; mais il s'unit à son oxide, et les fluates solubles mêlés au nitrate de mercure y font un précipité blanc de fluate mercuriel dont on n'a point encore examiné les propriétés.

118. L'acide boracique n'agit pas davantage par la voie immédiate sur le mercure ; mais en mêlant des dissolutions de borates solubles avec la dissolution nitrique de mercure, on obtient un précipité jaunâtre de borate mercuriel, que le citoyen Monnet a le premier fait connaître. En évaporant lentement la liqueur surnageante, il s'en sépare, sous forme de pellicules brillantes, une nouvelle portion de ce sel. Pour avoir le borate de mercure pur, ce n'est point du borax du commerce qu'il faut se servir ; car la soude, contenue en excès dans celui-ci, donne une portion d'oxide de mercure briqueté beaucoup plus âcre que le borate de mercure ; il faut donc prendre du borate saturé d'acide boracique. Le borate mercuriel acquiert une couleur verdâtre quand on l'expose à l'air ; le muriate d'ammoniaque le rend dissoluble et cristallisable ; l'eau de chaux le précipite en poudre rouge. On l'a proposé et employé en médecine.

119. L'acide carbonique n'a point d'action sur le mercure ; mais on peut l'unir à son oxide, en précipitant ses dissolutions dans les autres acides par des carbonates alcalins. Ces précipités sont blancs ou peu colorés ; ils ne se foncent point

à l'air comme ceux qui sont faits par les alcalis purs ou caustiques. En séchant, ils prennent cependant une couleur brune, et c'est en raison de cette nuance qu'acquiert quelquefois en refroidissant à l'air l'oxide de mercure fait par la seule action du feu, qu'on croit ce dernier oxide chargé alors, ou dans le cas de sa coloration en brun, d'acide carbonique. Au reste, ce composé n'est pas dissoluble dans l'eau; les acides précédens en chassent l'acide carbonique en gaz et avec effervescence.

120. On n'a point encore examiné avec soin l'union des quatre acides métalliques connus avec l'oxide de mercure; on sait seulement que ces acides n'ont en général que peu d'action sur le mercure, parce que ce métal ne peut pas leur enlever d'oxigène. Schéele a indiqué quelques-unes des propriétés de l'arseniate, du tunstate et du molybdate de mercure, qu'on prépare en versant dans la dissolution nitrique de ce métal des sels alcalins ou solubles formés par ces acides.

A. L'acide arsenique traité dans une cornue avec le mercure est en partie décomposé par ce métal; il se sublime de l'acide arsenieux, du mercure coulant, et un peu d'oxide jaune de mercure; il reste une masse jaune non fondue, indissoluble dans l'eau, dans les acides sulfurique et nitrique, dissoluble dans l'acide muriatique, et donnant ensuite, par l'évaporation et la sublimation de cette dissolution, du muriate suroxigéné de mercure et de l'acide arsenique fondu; le mercure a décomposé une partie de cet acide en lui enlevant une portion de son oxigène, et en lui laissant celle qui forme l'acide arsenieux; l'oxide de mercure formé s'est uni à l'autre partie de cet acide en arseniate de mercure que l'acide muriatique a décomposé, et où il a trouvé dans le mercure assez d'oxigène pour le porter à l'état de muriate corrosif.

B. L'acide arsenique précipite le sulfate et le nitrate de mercure en blanc; il décompose le muriate mercuriel doux,

et le change en muriate corrosif: il ne fait rien sur ce dernier, non plus que sur l'oxide de mercure.

C. L'acide tunstique et l'acide molybdique précipitent la dissolution nitrique de mercure en blanc; il paraît que le tunstate et le molybdate de mercure sont blancs et indissolubles.

D. L'acide chromique, combiné avec l'oxide de mercure par l'union de la dissolution d'un chromate alcalin avec celle du nitrate de mercure, forme un précipité indissoluble d'un rose pourpre très-vif et d'une très-brillante couleur, que le citoyen Vauquelin, qui l'a découvert, croit pouvoir devenir très-utile à la peinture.

I. *Action sur les bases alcalines et sur les sels.*

121. Le mercure n'éprouve aucune altération de la part des terres alcalines et des alcalis. Dans les expériences de Westendorf et de Wallerius sur ce métal prétendu combiné avec les alcalis fixes à l'aide de la fusion dans des creusets, il paraît qu'ils ont pris l'union d'un oxide de fer avec ces bases pour celle du mercure, qui n'éprouve vraiment aucun changement.

122. Il n'en est pas de même des oxides de mercure; outre que plusieurs sont susceptibles de s'unir en général aux alcalis, et de former avec eux des combinaisons où ces oxides semblent jouer le rôle d'acides, il y a de la part de l'ammoniaque, sur ces corps brûlés une action très-remarquable qui a déja été indiquée dans l'exposé des précipitations des sels mercuriels, mais qui doit encore être rappelée ici. On a déja vu que l'ammoniaque versée sur des oxides de mercure blanc, jaune et rouge, les noircissait, donnait avec bruit et effervescence du gaz azote, et que cela était dû à la décomposition réciproque de ces deux corps, qui formait de l'eau par l'union de l'hidrogène de l'ammoniaque avec l'oxigène de l'oxide, tandis que l'azote, devenu libre, se dégageait en gaz: mais il y a un autre effet

chimique qu'une circonstance m'a fait découvrir dans cette action. J'avais remarqué que l'effervescence et le dégagement du gaz azote n'étaient que peu sensibles, et ne paraissaient point être en rapport avec la proportion d'oxides réduits : j'examinai en conséquence avec plus de soin le produit de cette opération ; et en évaporant la lessive d'un mélange d'oxide rouge de mercure et d'ammoniaque en excès, qui en avait produit en partie la réduction, j'obtins un vrai sel triple, un *nitrate ammoniaco-mercuriel* : il y a donc de l'acide nitrique formé par l'effet de cette décomposition. L'oxigène de l'oxide de mercure se partage entre les deux principes de l'ammoniaque : une portion forme de l'eau avec son hidrogène, une autre constitue avec son azote de l'acide nitrique, qui, s'unissant à une partie de l'oxide et de l'ammoniaque non décomposés, donne naissance au nitrate ammoniaco-mercuriel obtenu. Ce phénomène est d'accord avec celui qui a lieu quand on fait passer du gaz ammoniac dans un tube rouge contenant de l'oxide de manganèse : il se retrouve aussi dans les décompositions des sulfates de mercure par l'ammoniaque, dans lesquelles on rencontre toujours un peu de nitrate ammoniaco-mercuriel quand on examine avec attention les produits de l'expérience. La propriété dont jouit l'ammoniaque de réduire promptement les oxides de mercure, m'a engagé à l'employer pour nettoyer et purifier en quelque manière les surfaces des cuves hidragyro-pneumatiques. Quand le mercure en a été sali et oxidé par des gaz salins et sur-tout par le gaz acide muriatique oxigéné, je lui rends tout son éclat et toute sa pureté en jetant et en promenant de l'ammoniaque sur sa surface, à l'aide de papier joseph : sur-le-champ il prend son brillant et sa couleur accoutumés.

123. Le mercure et ses oxides n'ont aucune action sur les sulfates, les nitrates, les phosphates terreux et alcalins, ni sur aucun autre genre de sels, si l'on en excepte les muriates. On a vu plus haut que le citoyen Monnet avait annoncé la décomposition du muriate de soude par l'oxide de mercure, et la

formation de muriate de mercure corrosif. Lagaraye, dans une espèce de préparation médicale empirique, est même parvenu à décomposer le muriate d'ammoniaque par le mercure coulant, comme Macquer s'en est assuré par l'examen scrupuleux du procédé de *sa teinture mercurielle.* Lagaraye triturait dans un mortier de marbre une partie de mercure coulant avec quatre parties de muriate d'ammoniaque, en humectant le mélange avec un peu d'eau jusqu'à ce que l'extinction fût complète : il exposait ensuite le mélange à l'air pendant plusieurs semaines, en l'agitant de temps en temps ; il le triturait de nouveau, le faisait chauffer alors dans un matras avec de bon alcool, qu'il faisait même bouillir légèrement ; l'alcool se colorait en jaune, et il blanchissait une lame de cuivre. Macquer s'est assuré qu'il y avait du muriate suroxigéné de mercure en dissolution dans cette liqueur, qu'à l'aide du temps le muriate d'ammoniaque avait été décomposé par le mercure qui s'étoit oxidé, et qu'il s'était formé une espèce de muriate ammoniaco-mercuriel ou de sel *alembroth.*

K. *Usages.*

124. Il y a peu de substances métalliques aussi utiles que le mercure. En physique, il sert sous sa forme métallique à la construction des instrumens météorologiques et d'un grand nombre de machines ; dans les arts, on l'emploie sous la même forme à la dorure, à l'argenture, à l'étamage des glaces, à la métallurgie : ses dissolutions sont employées dans la teinture, la chapellerie.

125. Dans la chimie, il remplit une foule d'usages tous également importans. Outre les expériences auxquelles il est consacré pour la démonstration des principales vérités de cette science, il est devenu d'une nécessité indispensable pour garnir les cuves destinées à recueillir, à conserver et à combiner les fluides élastiques de nature saline. On nomme ces appareils cuves hidragyro-pneumatiques. Il n'est pas moins utile pour

luter ou boucher des tubulures mobiles, pour exercer des pressions. Lavoisier avait déja essayé de s'en servir pour remplacer les luts à l'aide desquels on ferme les vaisseaux, et qui portent si souvent dans les expériences des causes de trouble, d'erreur et d'inexactitude. Il est d'une grande utilité aux anatomistes pour leurs injections les plus fines et les plus difficiles, telles que celles des systêmes lymphatique et absorbant dans tous les animaux, et du systême trachéal des insectes et des vers.

126. Il n'est pas moins important par ses usages médicinaux. Depuis qu'on connaît ses bons effets dans les maladies de la peau, et sa vertu spécifique dans les affections syphillitiques, on a singulièrement varié sa forme et ses préparations. Comme on attribuait au métal même cette propriété, on avait cherché à l'adoucir ou à le modifier; mais presque toujours on ne faisait autrefois, sans le savoir, que lui donner au contraire plus d'activité, en le combinant à l'oxigène qui est la véritable cause de ses effets. En général, il faut considérer le mercure, dans ses préparations médicinales, comme une matière oxiphore, comme un corps qui porte de l'oxigène dans l'économie animale, qui le cède facilement aux humeurs et aux solides, et les variétés de ces préparations sous le rapport de la quantité de ce principe qu'elles contiennent. Les composés les moins oxidés ne sont que peu actifs: tels sont les oxides noirs de mercure qu'on prépare dans les procédés si multipliés d'extinction à l'aide des mucilages, des sirops, des miels, des gelées, des liqueurs animales, comme la salive, les graisses.

Dans une seconde classe, il faut placer les sels mercuriels peu solubles, dont l'oxide, ou peu oxidé, ou enchaîné en quelque sorte par des acides, ne porte pas, à beaucoup près, toute son énergie sur la fibre ou les humeurs animales: tels sont le muriate de mercure doux, le carbonate, le borate, le phosphate de mercure.

Dans une troisième classe, on doit ranger les oxides de

mercure unis au soufre, celui qui est noir et celui qui est rouge, qui n'agissent que légèrement, ou qui n'agissent qu'en vapeur sur l'économie des animaux.

Enfin, une quatrième classe de ces médicamens mercuriels doit être formée par les oxides les plus chargés d'oxigène, soit seuls, soit unis aux acides ; tels que les divers précipités jaunes, blancs, rouges, et les sulfate, nitrate et muriate suroxigénés de mercure. Ceux-ci sont des caustiques terribles; ils brûlent et détruisent les organes : on s'en sert à l'extérieur comme de cathérétiques, et à l'intérieur comme de remèdes puissans qu'il faut administrer avec une grande prudence, et qu'il n'est permis qu'à l'habileté d'employer avec la circonspection et les lumières qui doivent caractériser les vrais médecins.

127. Ce qui prouve que l'action des préparations mercurielles est due à l'oxigène qu'elles contiennent, à la séparation de ce principe et à son transport sur les organes et les liqueurs des animaux, c'est que les oxides qui les constituent, noircissent, et se réduisent dans l'intérieur du corps, et qu'on trouve souvent le mercure coulant dans des cavités intérieures du corps, dans le système limphatique, dans les os même, après un traitement mercuriel plus ou moins long-temps prolongé et suivi.

128. Ce que je ne puis qu'énoncer ici et présenter en généralités se trouve développé très au long dans l'ouvrage de mon ami le docteur Swediaur, traité le plus complet, le plus neuf et le plus philosophique qui ait été publié encore sur les maladies syphillitiques. Plusieurs chapitres de cet excellent ouvrage offrent toutes les nouvelles données que j'ai présentées, depuis plusieurs années, sur les propriétés de ce médicament comme oxiphore ; données que cet habile médecin a confirmées par ses observations. Il est terminé par un Tableau méthodique de ces préparations, qui a pour titre *Pharmacopœa syphillitica* : on y verra tout le parti que l'auteur a tiré de l'état actuel des connaissances chimiques, pour la classification de ces remèdes.

ARTICLE XV.

Du zinc.

A. *Histoire littéraire.*

1. Le zinc n'était pas connu des anciens, suivant Bergman. Paracelse est le premier chimiste qui en ait parlé, et qui lui ait donné le nom qu'il porte. Depuis, Agricola le nomma *contre-feyne;* et Boyle, *speltrum.* Albert le grand, mort en 1280, en a fait une mention très-claire; il savait qu'il brûlait et s'enflammait, et qu'il colorait les métaux. Il paraît qu'on extrait depuis long-temps le zinc de ses mines dans les Indes orientales, comme Jungius l'a le premier remarqué en 1647. On l'apporte de ces contrées sous le nom de *toutenague.* Sans le connaître en particulier, et le distinguer exactement des autres métaux, il paraît aussi que les Grecs l'employaient, puisqu'il faisait, dit-on, partie du fameux métal de Corinthe.

2. On ne connaît pas le procédé que suivent les Chinois pour obtenir ce métal, qu'ils emploient dans beaucoup d'alliages : on croit qu'ils l'extraient par la distillation. Henckel annonçait en 1721, dans sa Pyritologie, qu'on pouvait retirer du zinc de la calamine. En 1742, Swab le retira par la distillation. Margraff s'occupa de cette extraction en 1746.

3. Lémery regardait le zinc comme une espèce de bismuth. Glauber, avec les alchimistes, pensait que c'était un soufre solaire non mûr; Homberg le prenait pour un mélange de fer et d'étain; Kunckel, pour un mercure coagulé; Schlutter, pour de l'étain rendu fragile par le soufre. En un mot, il n'y a qu'une cinquantaine d'années qu'on sait que c'est un métal particulier, pur, bien caractérisé, et différent de tous les autres métaux.

4. Les chimistes que je viens de citer, ainsi que tous ceux

qui ont embrassé dans leurs ouvrages l'ensemble ou le système des corps naturels, ont successivement examiné le zinc et découvert ses propriétés. Hellot, Pott, Malouin, Lassonne, Monnet, Beaumé, Bergman, sont ceux qui ont fait de suite des recherches particulières sur cet intéressant métal. Gellert a traité de ses alliages; Malouin l'a comparé à l'étain; Bergman a donné une Docimasie étendue et très-détaillée de ses mines. Le citoyen Sage a le premier déterminé sa propriété ductile; Dehne et le citoyen Guyton se sont spécialement occupés de sa combinaison avec le soufre. Ganbius a constaté plusieurs propriétés de son oxide; Macquer a insisté sur ses usages économiques; Pelletier a décrit avec soin son union avec le phosphore.

5. Depuis la révolution et le renouvellement de la chimie, opérés par la doctrine des Français, on n'a point fait de recherches nouvelles, ni de travaux suivis sur le zinc; mais les données et les bases exactes de cette doctrine ont cependant rendu beaucoup plus claire et beaucoup plus précise la connaissance des propriétés chimiques de ce métal : en sorte que son histoire est plus facile et plus méthodique qu'elle ne l'était avant cette époque, et que tous les faits qui lui appartiennent sont liés entre eux par des rapports beaucoup plus intimes qu'ils ne l'avaient été sous le règne de la théorie du phlogistique.

6. On reconnaîtra cependant par les détails qui feront le sujet de cet article, que tout ce qui tient au zinc n'est pas encore entièrement et complétement trouvé, qu'il reste plusieurs découvertes à faire, et qu'il peut encore être pour des chimistes habiles un sujet de recherches précieuses, sur-tout à l'aide des nouveaux instrumens qu'on possède aujourd'hui.

B. *Propriétés physiques.*

7. Le zinc pur est d'un blanc brillant, avec une nuance bleuâtre bien sensible dans son état métallique, offrant un

tissu lamelleux très-marqué, mais dont les lames sont cependant moins larges que celles du bismuth et de l'antimoine. En le plaçant à côté de ces deux métaux, on reconnaît la différence prononcée de sa couleur. Sa densité est telle qu'il perd dans l'eau environ un septième de son poids, et qu'il pèse 7.190. Il est assez dur et assez élastique pour ne pas se briser aussi facilement qu'aucun des métaux traités jusqu'ici; aussi l'ai-je placé dans la troisième division des métaux bien ductiles.

8. En effet, le zinc n'est pas fragile comme les substances métalliques précédentes. Il faut une violente et subite percussion pour en casser des plaques ou des saumons plats tels qu'on les a dans le commerce; et quand il est en gros lingots, on est obligé, pour le débiter en fragmens, de le couper avec des coins de fer, enfoncés ou frappés à l'aide de lourds marteaux. Quand on le bat sur un tas d'acier, il s'aplatit au lieu de se rompre : on le réduit en plaques épaisses, qui ne se gercent qu'après un aplatissement assez grand. Il forme des lames assez minces, sans se déchirer; quand on le passe au laminoir avec une pression douce et graduée, ses lames sont souples, élastiques, fort éloignées cependant de la douceur et du pliant de celles des métaux moux.

9. Il n'a pourtant qu'une faible tenacité. Les limes ne l'usent que difficilement, et il adhère aux intervalles de leurs dents de manière à les graisser, suivant l'expression des ouvriers. Aussi, pour l'avoir en molécules assez fines destinées à un grand nombre d'expériences, on est obligé de le grenailler ou de le couler fondu dans de l'eau en le divisant. Macquer observe qu'il devient cassant, et qu'on peut le pulvériser dans un mortier, lorsqu'on le fait chauffer assez pour ne pas le fondre. Le meilleur procédé qu'on puisse employer pour réduire le zinc en poussière consiste à le faire fondre, et à le broyer dans un mortier de pierre chauffée : de sorte qu'on divise ses molécules, qu'on les empêche de se réunir

et de s'agglutiner dans leur refroidissement, qu'on les tient écartées au moment même où elles se figent. Quand il est refroidi, on le passe à travers un tamis de crin, qui, en retenant les parcelles les plus grosses, donne ainsi une poussière de zinc plus fine que la plupart des limailles des métaux.

10. On n'a point apprécié ou déterminé la propriété conductrice du zinc par rapport au calorique : on sait seulement qu'il s'échauffe très-vîte, et qu'il se dilate facilement et fortement. Il se fond dès qu'il rougit, et est rangé, à cet égard, parmi les métaux d'une moyenne fusibilité. Le citoyen Guyton estime cette propriété à 296 degrés de l'échelle réaumurienne. Si après sa fusion on continue à le chauffer dans des vaisseaux fermés, il s'élève en vapeur et se sublime en s'attachant, sous forme brillante, métallique et lamelleuse, à la partie supérieure de ces vaisseaux. Quand on le fait refroidir tranquillement après qu'il a été fondu, il se cristallise en aiguilles ordinairement très-fines, et dont on n'a point déterminé la forme. L'infortuné minéralogiste Mongez l'aîné, perdu avec Lapeyrouse dans son voyage autour du Monde, est le premier qui ait fait cristalliser ce métal : il s'est servi pour cela d'une capsule de terre un peu profonde, percée de plusieurs trous à son fond, qu'il bouchait avec de la terre des os. Quand le zinc qu'il y faisait fondre était figé à sa surface, il débouchait les trous, passait un fer rouge qu'il agitait dans la masse du métal, faisait ainsi écouler la portion liquide encore, et trouvait des cristaux aiguillés dans les cavités laissées par cet écoulement.

11. Le zinc est conducteur de l'électricité comme tous les métaux, et on ne lui a point encore trouvé rien de particulier à cet égard ; cependant la manière forte dont il affecte la sensibilité humaine dans les expériences galvaniques semble lui assurer en ce genre une sorte de prérogative ou de prééminence sur d'autres matières métalliques. Lorsqu'on place

une lame de zinc sous la langue, et que, couvrant la surface supérieure de cet organe d'un autre métal, et sur-tout d'une pièce d'or ou d'argent, on incline l'extrémité de celle-ci vers la pointe pour la rapprocher de la lame de zinc ; au moment où ces deux métaux se touchent, la personne qui fait cette expérience éprouve un picotement très-sensible, une chaleur, une irritation, et une sorte de saveur acerbe dans la langue, presque toujours accompagnés d'un éblouissement momentané ou d'un cercle lumineux tracé dans l'espace, et qui frappe tout à coup ses yeux. Aucun métal ne produit ce singulier effet avec la force qu'on observe dans le zinc.

12. On trouve aussi dans ce métal une légère odeur et une saveur particulière dont les doigts s'impregnent lorsqu'on les tient quelque temps appliqués ou lorsqu'on les frotte sur ce métal. Quoiqu'on reconnaisse facilement et sans équivoque ces deux propriétés pour être métalliques, et qu'elles se rapprochent, à cet égard, de celles que l'on trouve à plusieurs autres métaux, on ne peut cependant douter qu'elles ne sont pas dans le zinc les mêmes que dans d'autres substances métalliques. Le zinc s'attache aussi assez fortement à la peau, et il la colore en noir. C'est un des métaux qui porte autour de lui une des atmosphères métalliques les plus sensibles, et qui enduit le plus vîte et par le plus léger contact tous les corps sur lesquels on le frotte. Il suffit, par exemple, de passer très-légèrement une lame de zinc sur une lame de fer, d'argent ou de plomb, pour donner à ces métaux la propriété de se conduire dans les expériences galvaniques, comme s'ils étaient autres que ce qu'ils sont, c'est-à-dire pour produire, par la communication avec des lames de la même espèce, des convulsions dans les muscles des grenouilles ; ce qui annonce que leur surface est recouverte d'une couche de zinc qui fait fonction de métal différent.

C. *Histoire naturelle.*

13. Plusieurs minéralogistes ont pensé que le zinc était un des métaux les plus abondans dans la nature, et qu'il accompagnait constamment les mines de fer; mais quoique les mines de zinc se rencontrent assez fréquemment dans plusieurs pays, il s'en faut cependant de beaucoup qu'on puisse comparer leur abondance à celles des mines de fer: et d'ailleurs il est bien prouvé aujourd'hui que la matière métallique si souvent mélangée avec le fer n'est que de l'oxide de manganèse, que pendant très-long-temps les mêmes minéralogistes ont pris pour du zinc.

14. Le citoyen Haüy, le dernier, le plus savant et le plus exact auteur de minéralogie, ne compte que trois espèces de mines de zinc; savoir, son oxide natif, son sulfure et son sulfate. Valmont-Bomare dit avoir vu dans les mines des Goslard et dans celles du duché de Limbourg, très-fertiles en ce métal, du zinc natif en petits filets plians, d'une couleur grisâtre, et facilement inflammables. Cette observation n'a point été confirmée par les naturalistes. Quelques autres admettent du carbonate de zinc natif: il en est qui croient qu'il y a des raisons d'en douter; mais on verra bientôt que ce sel existe véritablement dans la nature. Souvent les mines de zinc se trouvent mêlées de mines de plomb, de fer et de manganèse; mais il ne faut rapporter ici que celles où le métal le plus abondant est le zinc.

15. L'oxide de zinc, ou le zinc oxidé forme la *calamine* ou la *pierre calaminaire* des anciens minéralogistes. Cette mine de seconde formation ou de transport, déposée en couches ou sous forme régulière, ou en incrustations et en stalactites dans l'intérieur de la terre, n'a présenté le plus ordinairement que des cristaux très-petits, demi-transparens, blanchâtres, et d'un aspect comme onctueux très-reconnaissable: leur forme la

plus commune est une lame rectangulaire dont les bords sont remplacés par des facettes ou des segmens d'octaèdres cunéiformes, ou une pyramide quadrangulaire alongée, saillante hors de sa gangue. Cette forme se retrouve dans le sulfate de barite. Les cristaux d'oxide de zinc natif ont présenté au citoyen Haüy la propriété d'être électrisés par la chaleur sans frottement, comme la tourmaline. La chaleur d'une bougie allumée, à laquelle on les expose deux ou trois secondes, suffit pour y développer ce caractère. J'observerai ici avec le célèbre minéralogiste à qui est due cette découverte, qu'il y a déja cinq minéraux connus qui jouissent de cette propriété; trois pierres, la tourmaline, la topaze et la zéolite; un sel, le borate magnésio-calcaire natif, et l'oxide de zinc cristallisé fossile.

L'oxide de zinc est souvent en masses irrégulières, feuilletées, cavernenses, grenues, dures ou friables. On en trouve de diverses couleurs, et sur-tout de grises et de jaunâtres, même parmi les échantillons transparens. Il existe abondamment près de Limbourg, de Namur, de Fribourg, dans le Nottingham et le Sommerset. Bergman y a toujours trouvé de la silice, de l'alumine et de l'oxide de fer en différentes proportions. Le zinc y varie depuis 0.04 jusqu'à 0.30.

Suivant le citoyen Haüy, les minéralogistes modernes, en distinguant des calamines contenant de l'acide carbonique ou des carbonates de zinc natif, ont commis ou des erreurs ou même des contradictions, puisque les uns les rangent faussement parmi les oxides, les autres y rapportent au contraire des oxides dans lesquels l'analyse exacte n'a pas montré cet acide. Tel est l'oxide de zinc natif de Brisgaw, examiné par Pelletier, et que Deborn range dans l'espèce de carbonate de zinc. En traitant des fragmens de cette même prise dans divers lieux par l'acide nitrique, le citoyen Haüy n'y a vu aucune effervescence; il a observé que les poussières terreuses qui les enduisent souvent s'y dissolvaient avec dégagement de bulles,

et il est porté à croire, d'après cela, que c'est au carbonate de chaux mélangé dans l'oxide de zinc natif qu'est due l'effervescence. Je prouverai tout à l'heure qu'il existe véritablement du carbonate de zinc natif.

16. Le sulfure de zinc ou zinc sulfuré a été nommé *blende*, ou *fausse galène* par les minéralogistes. Il est souvent disposé en écailles, quelquefois cristallisé en tétraèdres, en octaèdres, en dodécaèdres. Sa couleur est quelquefois jaune de miel, souvent métallique et analogue à celle du plomb, ou brune, violette foncée et même noire, souvent rougeâtre. On le trouve fréquemment mêlé avec le sulfure de plomb ou la galène, avec lequel il semble former une sorte de brèche métallique. Avant qu'on connût la nature du métal contenu dans cette mine, on la nommait *sterile nigrum*, parce qu'avec l'apparence d'une mine de plomb, on ne pouvait pas en retirer par les procédés métallurgiques, le zinc qu'on n'y soupçonnait pas alors s'exhalant en vapeur. Beaucoup de sulfures de zinc sont plus ou moins phosphoriques, lorsqu'on les frotte dans l'obscurité ; quelques-uns même le sont si fortement, que la seule friction d'un cure-dent suffit pour en faire sortir des torrens de lumière : en les frottant, ils exhalent une odeur d'hidrosulfure, et donnent du gaz hidrogène sulfuré quand on les traite par les acides. On ne connaît pas bien leur nature ; on ne sait si le zinc y est à l'état métallique ou dans celui d'oxide ; s'il y est uni seul avec le soufre, ou s'il y a un ou plusieurs autres corps qui lui servent d'intermède. Quelques chimistes y ont admis le fer et d'autres la chaux. Voici les principales variétés qu'on a distinguées de sulfure de zinc.

a. Sulfure de zinc dodécaèdre à plans rhombes ; forme qu'on extrait des masses de sulfure de zinc par des sections nettes. Il a toujours des facettes additionnelles.

b. Sulfure de zinc à douze trapézoïdes et douze triangles.

c. Sulfure de zinc en octaèdre régulier.

d. Sulfure de zinc en tétraèdre régulier.

e. Sulfure de zinc ; variétés nombreuses de couleur.

f. Sulfure de zinc phosphorescent et non phosphorescent.

g. Sulfure de zinc en décomposition, lames écartées, et brillant détruit, passant à l'état d'oxide.

17. Le sulfate de zinc se trouve natif, et il est très-reconnaissable par sa couleur blanche et transparente, sa saveur âcre et forte, sa dissolubilité dans l'eau, sa fusion aqueuse. Il est rarement dans la terre en cristaux rhomboïdaux, le plus souvent en stalactites ou en aiguilles fines et filets soyeux semblables à ceux de l'amianthe : on l'a souvent confondu dans ce dernier état avec l'alun de plume. On le trouve en Italie et dans les mines du Hartz.

18. Le carbonate de zinc natif, qu'on confond ordinairement avec l'oxide de zinc ou la calamine, est transparent, blanc ou jaunâtre comme lui ; il se trouve souvent dans les mêmes lieux. Le citoyen Vauquelin en a examiné un bien pur, de la collection minéralogique du citoyen Macquart. Ce sel insipide, et indissoluble dans l'eau, se dissout en entier et avec effervescence vive dans les acides nitrique et muriatique.

D. *Essai et métallurgie.*

19. L'essai docimastique des mines de zinc, celui au moins qu'on regardait comme applicable à la connaissance métallurgique, était très-simple et très-inexact. Il consistait à pulvériser les oxides de ce métal ou es calamines, à les mêler avec du charbon, et à chauffer ce mélange dans un creuset qu'on couvrait d'une lame de cuivre. L'oxide se réduisait en zinc qui se volatilisait par la chaleur et s'unissait au cuivre, qu'il changeait en laiton ou en cuivre jaune. On jugeait par la force ou par l'intensité de la couleur blanche, de la richesse de la mine ; mais il est évident que cet essai informe ne pouvait servir qu'à assurer d'une part l'existence d'une mine de zinc, et de l'autre qu'à prouver que cette mine était susceptible de

convertir le cuivre en laiton ; on grillait les sulfures de zinc pour en séparer le soufre, et on traitait le résidu de ce grillage à la manière des calamines.

20. Le citoyen Monnet est le premier qui ait proposé d'essayer ces mines par l'acide nitrique, dont il a cru que l'action devait dissoudre le métal et en séparer le soufre, et de réduire ensuite l'oxide de zinc séparé de l'acide par la distillation. Mais Bergman a beaucoup agrandi et amélioré les procédés de cette analyse par la voie humide. Il s'est servi de l'acide sulfurique pour analyser les oxides de zinc ; il a précipité ces oxides par le carbonate de soude ; il a trouvé que 193 parties de ce précipité représentaient 100 parties de métal. Comme il a employé du zinc pour séparer de la dissolution le fer qui est souvent mêlé à ces mines, il a défalqué du poids du précipité la quantité du métal employée à cette opération. La plupart des oxides de zinc natifs, contenant plus que du fer et du zinc, et sur-tout de l'alumine, de la silice, du carbonate de chaux, avec des oxides de fer et de plomb : voici la méthode qu'il a décrite pour procéder avec exactitude à l'analyse de ces mines compliquées ; on traite trois fois de suite les oxides pulvérisés avec deux parties d'acide nitrique ; on chauffe jusqu'à réduire le tout à siccité : par là le fer est très-oxidé, et devient indissoluble dans les acides ; il dissout la partie soluble par une quatrième dose d'acide nitrique ; l'oxide de fer, la silice et l'alumine restent communément sans se dissoudre. L'acide tient en dissolution de la chaux et des oxides de zinc et de plomb. On précipite le dernier oxide par l'acide muriatique ; on sépare la chaux par le sulfurique ; on précipite l'oxide de zinc par le prussiate de potasse : le cinquième du poids de ce dernier indique la proportion du zinc. Il s'est aussi servi de l'acide sulfurique poussé jusqu'à siccité au feu ; il a lessivé le résidu avec l'eau, et précipité cette lessive par l'ammoniaque, pour séparer l'oxide de fer et l'alumine de l'oxide de zinc, qui est très-dissoluble dans cet alcali.

21. Quant aux sulfures de zinc, Bergman, qui les a aussi examinés fort en détail, décrit, dans sa Dissertation sur les mines de ce métal, la méthode qu'il a suivie pour cette analyse; il en a séparé d'abord, par la distillation, l'eau, l'arsenic et une partie du soufre; il les a traités ensuite par différens acides, suivant leur degré de dissolubilité dans ces corps, et il les a précipités par les différens réactifs connus dans l'art, et dont j'ai déja parlé un grand nombre de fois. Il a trouvé de si grandes différences entre divers sulfures de zinc de plusieurs pays, qu'il paraît ne pas exister de propriétés et de compositions générales, et identiques dans les mines. On peut penser cependant que ce travail est bien loin d'être porté à sa perfection, et qu'il est nécessaire que des mains habiles s'en occupent encore. Il reste des découvertes importantes à faire, soit sur les sulfures de zinc natif, soit sur les diverses mines de ce métal. C'est ainsi qu'en réduisant dans des vaisseaux fermés une calamine en poudre, le citoyen Vauquelin a obtenu du gaz hidrogène tenant du zinc en dissolution, et prouvé, comme je l'avais soupçonné il y a déja long-temps, sur-tout pour l'arsenic, l'étain et le fer, que plusieurs métaux sont dissolubles dans le gaz inflammable, comme le sont le carbone, le phosphore et le soufre.

22. Il est rare qu'on exploite les mines de zinc pour elles-mêmes, et dans la seule intention d'en extraire ce métal: on se rappelle que j'ai dit plus haut qu'on n'avait parlé de leur traitement particulier et de l'extraction du zinc que vers le commencement du dix-huitième siècle. C'est le plus souvent en fondant les mines de plomb mêlées de sulfure de zinc, qu'on retire ce dernier métal sous deux formes: sous celle d'oxide provenant du zinc sublimé et brûlé pendant sa sublimation, qui s'attache aux cheminées des fourneaux, et y forme des incrustations grises, grenues, comme terreuses, qu'on nomme en métallurgie et dans le commerce *tuthie* ou *cadmie* des fourneaux; sous celle de métal qu'on obtient en

rafraîchissant avec de l'eau froide la partie intérieure du fourneau qui est plus mince dans cet endroit, et qu'on nomme *chemise* en terme de constructions métallurgiques. Le zinc, réduit en vapeur par l'action du feu, vient se condenser dans cette région, et retombe en grenailles dans la poussière de charbon dont on a couvert une pierre placée au bas de la *chemise*, et qu'on nomme, à cause de son usage, l'*assiette du zinc*. Le charbon préserve le métal d'oxidation ; on le fond ensuite une seconde fois dans un creuset; on le coule en lingots arrondis sur une de leurs faces, ou en plaques de quelques centimètres d'épaisseur, et de quelques décimètres de longueur ou de largeur. Ce procédé est sur-tout pratiqué à Rammelsberg, d'où le commerce français tire particulièrement ce métal.

23. L'art d'extraire en grand le zinc est susceptible de beaucoup de perfection, et gagnera beaucoup à être plus étudié qu'il ne l'a encore été ; on ignore absolument les procédés que pratiquent les Orientaux et sur-tout les Chinois, qui font dans leurs alliages un beaucoup plus grand usage de ce métal que la plupart des peuples de l'Europe. Un grand nombre de marchandises chinoises sont enveloppées ou renfermées dans des feuilles ou des vases d'un alliage mou ou plus ou moins résistant, gris, et un peu oxidé à sa surface extérieure, souvent gravé ou façonné de diverses manières, et dont le zinc est un des principes le plus abondans. Il nous arrive de cette nation si industrieuse depuis un grand nombre de siècles, sous le nom de *toutenague*, une espèce de zinc beaucoup plus pur que celui de Rammelsberg, qui contient toujours du plomb. M. Engestroem a fait, en 1775, l'analyse d'une calamine fragile de Chine, que M. Kirwan nomme *toutenague* dans sa Minéralogie, et qui contient de 0.60 à 0.90 de zinc. C'est d'une mine pareille que les Chinois tirent leur zinc : on ignore le procédé qu'ils suivent pour cela. Quelques minéralogistes disent que l'on retire en Angleterre

le zinc de son oxide natif par la voie de la distillation ou de la sublimation; mais ni les moyens ni les appareils de cette importante opération ne sont encore connus.

E. *Oxidabilité du zinc par l'air.*

24. Le zinc n'éprouve qu'une très-lente et très-faible altération par l'air froid; son brillant se ternit un peu, et il se couvre à la longue d'une couche extrêmement mince d'oxide gris: encore celle qu'on voit sur les saumons et sur les lingots de zinc du commerce, n'a-t-elle pris naissance que lorsque ce métal, coulé dans des vases ouverts, s'est trouvé bien chaud, exposé pendant quelque temps à l'air atmosphérique, d'où il a enlevé un peu d'oxigène qui en a oxidé la surface. Quand du zinc fondu dans des vaisseaux fermés est exposé à l'air chaud, et au moment où il commence à se figer, il se colore de nuances bleues, jaunes et rosées brillantes, et qui imitent celles de l'arc-en-ciel. C'est un commencement d'oxidation.

25. En fondant du zinc avec le contact de l'air, et en ne lui donnant que la température nécessaire pour le fondre, sans l'élever au moins beaucoup plus, sa surface s'irise, se ride, perd son brillant, devient bientôt d'un gris sale. En enlevant cette portion qui forme pellicule, on voit s'en former une seconde, semblable à la première, qui, séparée à son tour, est remplacée par une troisième; et tout le zinc est susceptible de se convertir ainsi jusqu'à la dernière couche. Cet oxide gris se forme beaucoup plus vîte, lorsqu'on agite beaucoup le métal fondu, et lorsqu'on fait toucher l'air dans beaucoup de ses points. En faisant chauffer les grumeaux grisâtres qu'on obtient ainsi avec le contact de l'air, ces grumeaux se divisent peu à peu, et deviennent une poussière grise uniforme, qui prend à la fin une couleur jaunâtre sale. On ne peut alors pousser l'oxidation du zinc plus loin par ce procédé. L'oxide jaune qu'on a formé ainsi pèse environ dix-sept de

plus que le zinc pour cent parties de celui-ci. Il se réduit facilement en zinc par l'action du charbon rouge ; poussé à un grand feu, il se fond en un verre jaune.

26. Lorsqu'on chauffe fortement le zinc dans un creuset, de manière à le faire bien rougir ; et lorsqu'après avoir débouché ce vase, on agite le zinc ainsi rougi et presque parvenu au point de se volatiliser, il s'allume subitement, et répand une flamme d'un blanc un peu verdâtre, extrêmement éclatante, et qui, en éclairant fortement tous les objets environnans, forme un très-beau spectacle. C'est de tous les métaux celui qui brûle avec la flamme la plus sensible, et à la température la moins élevée. Cette combustion rapide, cette déflagration, qu'on a comparées avec raison à celle du phosphore par son éclat, sa vivacité, sa nuance, ainsi que par la forte chaleur qui l'accompagne, ayant lieu au moment où le zinc se réduit en vapeur et en partie dans cette vapeur elle-même, l'oxide de zinc qui se forme tout-à-coup, et qui offre dans l'air une fumée blanche, odorante et âcre, dont la sensation se porte spécialement sur la gorge, se condense dans l'atmosphère en flocons et en espèces de filamens d'un beau blanc, très-légers, d'un tissu très-délicat, assez semblable à ces fils légers, produit d'un insecte que le vent emporte au printemps et en automne. On a donné à cet oxide formé dans l'air les noms de *fleurs de zinc*, *pompholyx*, *nihil album*, *laine* ou *coton philosophique*.

27. L'oxide de zinc sublimé, *oxidum zinci sublimati*, est entièrement saturé d'oxigène ; il en contient bien plus que l'oxide gris et jaune dont j'ai parlé n°. 24, parce qu'il est le produit d'une combustion beaucoup plus forte, et il est à ce premier oxide ce qu'est l'acide phosphorique à l'acide phosphoreux. Quelques modernes pensent qu'il contient plus de la moitié du poids du zinc en oxigène, et le citoyen Guyton porte la proportion de ce principe jusqu'à 0.61. Il n'est pas volatil par lui-même. Il conserve, quelque temps après avoir

été préparé, une lueur phosphorique. Il est irréductible, et ne donne rien de son oxigène par l'action du plus grand feu, qui le fond en verre d'un jaune pur et bien net. L'oxigène y est dans un grand état de condensation et de fixité. On ne le réduit même qu'avec difficulté et à une très-forte température à l'aide du carbone; et cette opération ne réussit que dans des vaisseaux fermés : il se sublime en se réduisant. L'hidrogène contenu dans le charbon, et dégagé par l'action du feu pendant cette réduction, enlève avec lui une portion de zinc qui lui donne de la pesanteur, et la propriété de brûler avec une flamme brillante et un dépôt d'oxide. En général, cet oxide de zinc retient avec beaucoup d'opiniâtreté l'oxigène qui lui est uni, et aucun métal ne peut le lui enlever. Il serait très-utile d'en faire un examen par tous les moyens que fournit la science dans l'état actuel; car il promet des découvertes importantes.

F. *Union avec les combustibles.*

28. Il n'y a nulle combinaison connue entre l'azote et le zinc, ni entre ce métal et l'hidrogène; ce dernier corps dissout dans quelques circonstances, et élève en forme de gaz le zinc métallique : néanmoins ce gaz réduit l'oxide de zinc à une haute température. On ne connaît pas non plus d'union entre le carbone et le zinc; cependant on extrait souvent une petite quantité de charbon de ce métal : mais comme le carbone qu'on en sépare est combiné avec le fer, on pense que c'est ce dernier métal qui l'a introduit en quelque sorte dans le premier. On reviendra bientôt sur ce fait.

29. Le phosphore s'unit très-bien au zinc à l'aide de la chaleur. Margraff n'avait vu que l'union de son oxide avec ce corps combustible, et il l'avait obtenue en un sublimé orangé rougeâtre. Pelletier, qui a fait beaucoup d'expériences

sur cette combinaison, a observé la même composition en sublimé rouge : mais il en a soigneusement distingué le phosphure de zinc qu'il a fait, soit en chauffant du zinc avec du phosphore dans un creuset, soit en distillant ces deux corps dans une cornue, soit en décomposant de l'acide phosphorique vitreux par le charbon, et en ajoutant à ce mélange du zinc en limaille. Le procédé qui lui a le mieux réussi est de jeter du phosphore sur du zinc rougi dans un creuset. Il a obtenu ainsi un phosphure de zinc d'apparence métallique, moins blanc que le zinc, et même d'un gris plombé, qui s'étendait un peu sous le marteau, et qui répandait au feu l'odeur du phosphore, et laissait un résidu spongieux. Il observe qu'en chauffant dans une cornue du zinc et du phosphore, une partie du métal est toujours oxidée, et qu'on obtient à cause de cela un sublimé rouge dont il a déja été question ; il attribue cet effet à l'eau dont il est, suivant lui, bien difficile de le priver complétement.

3o. On ne peut pas combiner directement le zinc avec le soufre : quand on chauffe ces deux matières combustibles ensemble dans un creuset, le soufre se sépare sans s'unir au zinc qui prend seulement un peu plus d'infusibilité. M. Dehne a observé qu'en tenant quelque temps ces deux corps fondus ensemble dans un creuset, le zinc s'oxide, et alors s'unit au soufre, en prenant une couleur brune ou grise. Le citoyen Guyton a découvert, depuis la remarque de M. Dehne, qu'on pouvait combiner facilement ensemble l'oxide de zinc et le soufre par la fusion, et qu'il en résultait un minéral ou une sorte de mine grise, semblable au sulfure de zinc d'Huelgoët, d'où il s'élevait quelquefois des aiguilles prismatiques, jaunes et brillantes, sublimées sur le couvercle du creuset. Il en conclut que la blende contient le zinc à l'état d'oxide, mais qu'elle diffère de la combinaison artificielle, parce qu'elle est faite par la voie humide, comme le prouve l'eau qu'elle contient ; tandis que l'art n'est point encore par-

venu à former cette combinaison autrement que par la voie sèche. Malouin a constaté que les sulfures alcalins liquides ne dissolvaient pas le zinc.

31. Le zinc se combine à plusieurs matières métalliques ; il refuse de s'allier avec le cobalt, avec le bismuth et avec le nickel ; quand on fond ces métaux ensemble, on les trouve ensuite séparés dans l'ordre de leur pesanteur. On n'a aucune notion encore sur l'action réciproque du tungstène, du molybdène, du chrôme, du titane, de l'urane et du manganèse sur le zinc. On a examiné ses combinaisons avec l'arsenic, l'antimoine et le mercure.

A. Malouin a reconnu que l'arsenic métal ne s'unissait pas si bien au zinc que son oxide ou l'acide arsenieux. Cependant, en distillant un mélange de cet acide, de suif et de zinc, il a obtenu une masse noirâtre, semblable à la *blende*, mais plus tendre. Il paraît que si l'acide arsenieux s'y unit, c'est qu'il cède son oxigène au zinc, et repasse à l'état métallique. Au reste, l'essai de Malouin sur cette combinaison devrait être repris.

B. Le zinc et l'antimoine se combinent et s'allient très-bien par la fusion ; ils forment un alliage dur, à petites facettes, cassant, qui semble se rapprocher de l'acier. Le sulfure d'antimoine fondu avec ce métal en reste séparé.

C. Le zinc s'unit au mercure même par la trituration. Suivant Pott, on fait mieux cette combinaison en unissant le zinc fondu avec le mercure chaud ; on a une amalgame qui devient facilement fluide par la trituration. Elle cristallise par un refroidissement lent en lames carrées et à biseaux sur leurs bords. Elle pétille sur le feu. Plusieurs chimistes assurent qu'en la lavant dans l'eau chaude, le zinc s'en sépare en oxide. On croit encore que le zinc sépare l'antimoine du mercure ; et cela est d'accord avec la différence des degrés d'adhérence pour ce métal liquide que le citoyen Guyton a fait connaître, puisque l'antimoine n'y adhère qu'avec une

force représentée par 126, tandis que celle du zinc est exprimée par le nombre 204.

G. *Action sur l'eau et sur les oxides.*

32. Le zinc a beaucoup de tendance à décomposer l'eau en raison de sa grande attraction pour l'oxigène. Aussi ce métal en poudre, laissé même à froid en contact avec de l'eau au haut d'une cloche pleine de mercure, présente-t-il une effervescence, forme-t-il une poussière grise d'oxide, et donne-t-il du gaz hidrogène. Cette action augmente tellement et devient si énergique à de hautes températures, que l'effervescence et le bouillonnement produit des détonations dangereuses, comme Lavoisier l'a fait remarquer. On verra bientôt que cette décomposition a lieu dans beaucoup d'autres expériences, et que c'est pour cela que le zinc sert souvent aux chimistes pour obtenir du gaz hidrogène le plus pur qu'ils puissent se procurer.

Il est très-remarquable que cette oxidabilité du zinc par l'eau augmente singulièrement lorsqu'on le place sur un autre métal, tandis qu'il plonge dans ce liquide. C'est ainsi qu'en mettant deux lames de zinc dans deux vases de verre dont le fond est recouvert d'assez d'eau pour que le zinc y soit plongé, et en variant la condition de ce métal de manière que dans l'un des vases il soit seul en contact avec l'eau, tandis que dans l'autre il porte sur une lame ou une pièce d'argent, cette dernière lame est recouverte et comme enveloppée de flocons d'oxide blancs au bout de quelque heures; tandis que la lame de zinc seule, ou ne s'oxide pas, ou n'offre qu'une légère apparence d'oxidation.

33. Ce métal agit avec beaucoup d'énergie sur la plupart des oxides métalliques, auxquels il enlève à chaud la plus grande partie de leur oxigène. Comme il tient le second rang après le manganèse, dans l'ordre des attractions pour ce principe, il peut servir à décomposer presque tous les oxides; et comme

c'est en même temps le métal qui absorbe l'oxigène le plus solide, souvent il s'enflamme au moment où il s'empare de ce principe. C'est ainsi qu'en chauffant rapidement dans une cornue de verre un mélange de zinc en limaille fine ou en poudre avec l'oxide rouge de mercure, on voit, au moment où ces corps rougissent, une flamme ou des étincelles qui parcourent et remplissent l'appareil, et l'on trouve ensuite le mercure réduit, et le zinc en oxide enduisant de toutes parts les parois de la cornue.

H. *Action sur les acides.*

34. Il n'est pas de métal qui ait sur les acides une action plus prompte, qui les décompose, ou l'eau qui les accompagne, avec plus d'activité, et qui se dissolve plus abondamment dans ces corps. L'acide sulfurique étendu d'eau, versé sur du zinc en limaille ou en fragmens, paraît l'attaquer avec force ; il se produit promptement et à froid une vive effervescence ; le mélange s'échauffe beaucoup. Il s'en dégage une grande quantité de gaz hidrogène, qui tient en dissolution un peu de carbone, mais qui est cependant un des plus purs et des plus légers que les chimistes puissent obtenir. Aussi est-ce de ce gaz qu'ils se servent pour recomposer l'eau dans leurs expériences exactes ; et c'est lui qui dans l'expérience que j'ai faite en 1790, dans mon laboratoire, avec les citoyens Seguin et Vauquelin, nous a donné pour la première fois de l'eau très-pure et sans acide. Le peu de carbone dissous dans le gaz hidrogène ainsi obtenu, provient de la petite quantité de carbure de fer contenue dans le zinc, et dont je parlerai tout-à-l'heure. On ne peut douter que l'eau, décomposée par ce métal très-avide d'oxigène, ne soit ici la source de ce gaz, puisque l'acide sulfurique concentré ne dissout point le zinc sans l'aide de la chaleur, et puisque, décomposé lui-même dans le cas de sa concentration, il donne du gaz acide sulfureux. L'eau opère donc dans ce cas

l'oxidation du métal, dont l'oxide se dissout à mesure qu'il est formé dans l'acide sulfurique qu'on retrouve en effet tout entier après la dissolution. A mesure que cette dissolution s'opère on voit nager dans la liqueur un peu de poudre noire très-divisée, qui a long-temps été méconnue des chimistes, et qui n'est que du carbure de fer ou de la *plombagine*, existant primitivement dans le zinc, d'où il se sépare comme indissoluble. Quand le dégagement du gaz hidrogène est passé, et que la dissolution du zinc est opérée, la liqueur a une odeur singulière, analogue à celle d'une graisse rance; elle est trouble et remplie d'une poudre blanche qui disparaît peu à peu, et laisse reprendre une parfaite transparence à cette dissolution, lorsqu'on y ajoute de l'eau qui la dissout. En l'évaporant convenablement, et en la laissant refroidir, on obtient le sulfate de zinc cristallisé.

35. Le sulfate de zinc bien pur et préparé ainsi est blanc et transparent. Il cristallise en prismes tétraèdres, terminés par des pyramides à quatre faces; les pans de ces prismes sont lisses, et ils ont quelques rapports avec ceux de sulfate de magnésie. Cette cristallisation n'est pas très-difficile; et lorsque le sel est pur, elle réussit toujours bien, en laissant refroidir sa dissolution un peu épaissie par le feu. Ce sel a une saveur âcre, styptique et métallique assez forte. On le prépare aussi en dissolvant l'oxide de zinc gris ou blanc dans l'acide sulfurique, qui s'en sature cependant beaucoup plus difficilement que lorsque le métal est oxidé peu à peu par l'eau. En chauffant du sulfate de zinc dans une cornue, il se fond, perd son eau de cristallisation, donne une partie de son acide en état d'acide sulfureux et un peu d'eau; il se dessèche et se décompose en partie: en sorte que quand on essaie ensuite de le redissoudre dans l'eau, il reste une portion d'oxide de zinc indissoluble. Exposé à l'air, le sulfate de zinc s'effleurit, perd son eau de cristallisation. Il est décomposé et précipité en oxide blanc par tous les alcalis, et ces préci-

pités, sur-tout ceux qui sont faits par les carbonates, peuvent fournir des blancs à la peinture. Cet oxide précipité est dissoluble dans les acides et dans un excès des alcalis précipitans, sur-tout de l'ammoniaque. Le sulfate de zinc est aussi décomposé à l'aide du feu par le nitre qu'il décompose en même temps; il résulte de cette décomposition faite dans une cornue, de l'acide nitrique en partie nitreux, et du sulfate de potasse mêlé d'oxide de zinc. Les sulfures alcalins et les hidrosulfures précipitent aussi le sulfate de zinc en orangé foncé ou brun; il se dépose alors de l'oxide de zinc sulfuré et hidrosulfuré.

36. Il existe dans le commerce, sous les noms de *couperose blanche*, *vitriol blanc*, *vitriol de Goslard*, un sulfate de zinc préparé en grand à Goslard. Il est sous la forme de masses blanches, grenues comme du sucre, souvent tachées de jaune. On le prépare en faisant griller l'oxide de zinc sulfuré natif ou la blende; en traitant cette mine grillée et déja changée en sulfate par la combustion du soufre à l'aide de l'eau, en décantant la liqueur claire, en la faisant évaporer et cristalliser subitement par le refroidissement, en faisant fondre même ce sel pour lui enlever une portion de son eau de cristallisation, et l'obtenir en masses informes, solides et grenues. Ce sel présente toutes les propriétés du sulfate de zinc qu'on vient de décrire; il n'en diffère que parce qu'il est impur, et contient du sulfate de fer: aussi quand on le fait dissoudre et quand on laisse sa dissolution à l'air, s'en sépare-t-il un oxide de fer rouge, et les cristaux qu'on en obtient ont-ils souvent une couleur rose, indice certain de la présence de ce dernier métal, qu'on y prouve d'ailleurs par la teinte violette ou noire que prend la dissolution de ce sel impur dès qu'on y ajoute un peu de noix de galle. On croit aussi que ce sel du commerce contient un peu de plomb. Pour le purifier on conseille de mettre dans sa dissolution des morceaux de zinc, qui précipitent les métaux étrangers. Alors il est très-pur et

peut servir comme le sulfate de zinc artificiel, pourvu que le zinc, employé à la préparation de ce dernier, soit bien exempt de fer; ce qui a lieu lorsqu'en le fabriquant on a soin de mettre dans l'acide sulfurique plus de zinc qu'il n'en peut dissoudre.

37. L'acide sulfureux attaque promptement le zinc en poudre ou en limaille; il se produit beaucoup de chaleur; il se dégage du gaz hidrogène sulfuré; la liqueur devient d'abord brune; quelquefois elle se trouble et prend une couleur jaune de soufre; sur la fin de l'action elle s'éclaircit. Cette dissolution a une saveur piquante, astringente et sulfureuse. Les acides sulfurique et muriatique en dégagent avec effervescence du gaz acide sulfureux, et en précipitent une poussière blanche jaunâtre. L'acide nitrique en sépare d'abord du gaz sulfureux, et ensuite un précipité floconneux, ductile et poisseux. Le précipité est de véritable soufre. Exposée à l'air, la dissolution sulfureuse de zinc s'épaissit comme du miel liquide, donne des aiguilles ou prismes fins tétraèdres à pyramides quadrangulaires très-aiguës, qui deviennent blancs à l'air, et forment une poussière blanche indissoluble dans l'eau. Chauffé au chalumeau, ce sel se gonfle, répand une lumière vive et éclatante comme du zinc qui brûle, s'élève par ramifications d'arbrisseaux très-agréables, ou en tubercules surmontés d'une foule d'autres tubercules plus petits : c'est un des plus singuliers, et des plus jolis spectacles que présentent les expériences faites au chalumeau. Il est en partie dissoluble dans l'alcool : la partie non dissoute ne donne que du gaz acide sulfureux par l'acide sulfurique, tandis que la partie dissoute, en donnant le même gaz par cette acide, présente un précipité abondant de soufre. Distillé dans une cornue, ce sulfite de zinc donne de l'eau, de l'acide sulfureux, de l'acide sulfurique, du soufre sublimé; il reste de l'oxide de zinc mêlé d'un peu de sulfate de ce métal. La poudre jaune, séparée de ce sel par les acides, brûle en bleu sur les charbons allumés; elle

se dissout en sulfure brun par les alcalis liquides. Ainsi ce sel est un *sulfite sulfuré de zinc* : dans sa dissolution par l'acide sulfureux liquide, le métal a décomposé l'eau et une portion de l'acide sulfureux lui-même, puisqu'il se dégage du gaz hidrogène sulfuré ; le soufre séparé ne se précipite pas pendant la dissolution, et se combine avec le sulfite de zinc ; celui-ci cependant n'en est pas saturé, puisque l'alcool, en dissolvant seulement la portion de sulfite sulfuré qu'il contient, en sépare du sulfite de zinc.

38. Comme le zinc est un des métaux qui présentent avec le plus d'énergie les propriétés bien remarquables d'une double combinaison avec l'acide sulfureux ; et comme ces combinaisons n'ont point encore été convenablement décrites ni même indiquées par les chimistes, je ferai connaître ici avec quelques détails une seconde espèce de sel ou de sulfite de zinc non sulfuré comme l'est le précédent. C'est le résultat d'expériences nombreuses faites en commun par le citoyen Vauquelin et moi, que j'exposerai ici, parce qu'il jette beaucoup de jour sur des composés inconnus jusqu'ici, et cependant très-utiles à distinguer pour les progrès de la chimie. J'en ai déja indiqué les bases dans le premier article de cette section.

En mêlant de l'oxide de zinc blanc avec de l'acide sulfureux très-concentré, ces deux corps se combinent sans mouvement, avec chaleur et destruction d'odeur de la part de l'acide. Quand la saturation est complète, il se forme à la surface de la liqueur des cristaux blancs en trémies. Ce sel ou *sulfite de zinc* pur, comparé au précédent ou au *sulfite sulfuré de zinc*, présente les propriétés suivantes.

a. Il a une saveur moins piquante, mais plus styptique que ce dernier.

b. Il est moins dissoluble dans l'eau et cristallise plus facilement.

c. Les acides connus jusqu'ici ou à radicaux simples le décomposent avec effervescence, mais ils n'en séparent point de soufre comme du sulfite sulfuré.

d. Il est indissoluble dans l'alcool, tandis que le précédent l'est entièrement et même abondamment.

e. Il forme des précipités blancs avec les alcalis, tandis que le sulfite sulfuré donne des précipités jaunâtres.

f. Exposé à l'air, il se convertit promptement en sulfate de zinc, et le sulfite sulfuré se conserve très-long-temps à l'air sans éprouver d'altération.

g. Le précipité que le sulfite de zinc donne par les alcalis est complétement dissoluble à froid dans l'acide sulfurique; celui que fournit le sulfite sulfuré ne l'est qu'en partie, et laisse du soufre pur après la séparation de l'oxide de zinc par cet acide.

h. On change toutes les propriétés de ce sulfite de zinc, et on le forme sulfite sulfuré, lorsqu'au lieu de dissoudre de l'oxide de zinc pur dans l'acide sulfureux, on traite à chaud par cet acide un mélange de soufre et d'oxide de zinc. Cependant il est moins sulfuré par cette opération que celui qui est préparé avec le zinc et l'acide sulfureux, parce que dans ce dernier cas le zinc, en décomposant l'acide sulfureux, et en séparant le soufre, s'y unit plus intimement et plus abondamment, à cause de son grand état de division.

39. L'acide nitrique concentré peut enflammer le zinc: pour en opérer la dissolution, il faut prendre cet acide faible et le zinc en fragmens un peu gros. Il y a une chaleur considérable produite; l'effervescence qui accompagne cette dissolution donne lieu au dégagement d'une grande quantité de gaz nitreux, qui rougit subitement et fortement avec l'air lorsqu'on fait l'opération dans des vaisseaux ouverts; on recueille par là beaucoup de gaz nitreux. Ainsi, le zinc décompose avec rapidité l'acide du nitre, et lui enlève de l'oxigène. Quand ce métal contient du fer, celui-ci se sépare à la surface de la dissolution sous la forme d'un oxide rougeâtre; quand il est pur, il ne laisse qu'un peu de poussière noire de carbure de fer, comme l'acide sulfurique. L'oxide de zinc, à mesure

qu'il est formé, se dissout dans l'acide nitrique, qui en prend même beaucoup plus que l'acide sulfurique. Cette dissolution est souvent d'un jaune verdâtre ; elle est très-caustique, quoique faite avec un acide étendu d'eau. Elle donne par l'évaporation et le refroidissement des cristaux en prismes tétraèdres comprimés et striés, terminés par des pyramides à quatre faces. Ce sel se fond sur les charbons, et fuse, en pétillant, dans la partie qui est desséchée. Il répand en détonant une petite flamme rougeâtre. Fondu dans un creuset, il laisse dégager promptement des vapeurs rouges ; il prend une couleur foncée et une consistance gélatineuse. Refroidi dans cet état, il conserve quelque temps sa mollesse. En continuant de le chauffer il se dessèche, donne du gaz nitreux et du gaz oxigène, et laisse un oxide jaunâtre. Hellot avait insisté sur l'acide nitreux retiré de ce sel, et sur la couleur rouge qu'il prend en se fondant. Le nitrate de zinc attire l'humidité de l'air et perd sa forme. Il est bien décomposé par l'acide sulfurique ; les alcalis en précipitent un oxide blanc qu'ils redissolvent, et les carbonates alcalins fournissent en le précipitant un carbonate de zinc très-blanc. On ne connaît pas le nitrite de zinc, quoiqu'il soit vraisemblable que le nitrate chauffé et devenu d'une couleur rouge est dans cet état.

4o. L'acide muriatique agit sur le zinc avec beaucoup de rapidité ; il le dissout en donnant avec une vive effervescence du gaz hidrogène très-pur ; il favorise donc fortement la décomposition de l'eau par ce métal. A mesure que le zinc oxidé se dissout dans l'acide muriatique, il se sépare une poudre noire de carbure de fer. La dissolution muriatique de zinc est blanche et sans couleur ; elle ne fournit pas de cristaux, quelque fortement qu'on l'évapore ; mais elle se prend en une masse transparente et molle comme une gelée. Elle donne à la distillation un peu d'acide très-fumant, et un muriate de zinc solide et fusible à une douce chaleur, qu'on

nommait autrefois *beurre de zinc*. Ce muriate de zinc, sublimé et congelé, est d'un beau blanc, formé de petits prismes collés les uns sur les autres. Il est décomposable par l'acide sulfurique, qui en dégage l'acide muriatique en vapeur ou gaz. Les alcalis le précipitent en blanc; l'eau ne le précipite point; il l'attire peu à peu de l'atmosphère et forme bientôt une gelée transparente. On l'obtient aussi en décomposant le muriate suroxigéné de mercure par le zinc.

41. Le zinc, jeté en poudre dans du gaz acide muriatique oxigéné, s'enflamme et s'oxide en blanc autant que par l'acide nitrique. Il est ensuite dissoluble dans l'acide muriatique ordinaire, et forme le même sel que par la dissolution du zinc dans cet acide simple. L'acide muriatique oxigéné liquide dissout le zinc sans mouvement et sans effervescence, parce que ce métal s'oxide en lui enlevant tranquillement l'oxigène et s'unit à mesure à l'acide muriatique désoxigéné. Cette dissolution ne diffère pas de celle du métal ou de son oxide dans cet acide simple. On ne connaît point encore le muriate suroxigéné de zinc, qui paraît se reproduire lorsqu'on traite l'oxide de zinc par l'acide muriatique oxigéné.

42. L'acide phosphorique étendu d'eau attaque le zinc avec dégagement de gaz hidrogène dû à la décomposition de l'eau; on voit bientôt se former une poudre blanche qui se dépose et qui est du phosphate de zinc. On l'obtient aussi en précipité blanc, dû à l'effet d'une double attraction élective nécessaire, lorsqu'on verse dans une dissolution de sulfate, de nitrate ou de muriate de zinc, celle des phosphates de potasse, de soude ou d'ammoniaque. On ne connaît pas encore les propriétés caractéristiques du phosphate de zinc. Ce métal, chauffé fortement avec l'acide phosphorique vitreux, en réduit une portion en phosphore, avec laquelle il se combine en phosphure de zinc.

43. On n'a point examiné les combinaisons des acides

fluorique et boracique sur le zinc. Le premier l'attaque avec effervescence et dégagement de gaz hidrogène. Le second ne l'attaque que bien faiblement par le contact immédiat, mais il se combine avec son oxide, lorsqu'on verse la dissolution nitrique ou muriatique de zinc dans les dissolutions de borate de potasse ou de soude. On n'a point examiné les propriétés distinctives du borate de zinc ; on sait seulement qu'il est indissoluble dans l'eau.

44. Le zinc, mis en poussière fine dans de l'acide carbonique liquide, est oxidé et dissous assez abondamment après vingt-quatre heures de séjour dans cet acide, pour que, suivant Bergman, cette dissolution exposée à l'air se couvre d'une pellicule diversement colorée de carbonate de zinc. C'est sans doute ainsi que la nature prépare le carbonate qu'on trouve dans les mines secondaires de ce métal. Rien ne prouve mieux que cette dissolution du zinc dans l'eau chargée d'acide carbonique, la grande tendance dont jouit ce métal pour s'unir à l'oxigène, et la propriété qu'il a de décomposer facilement l'eau ; car il n'est pas douteux, quoiqu'on ne voie point ici d'effervescence, qu'il ne se dégage du gaz hidrogène, comme on le reconnaît à l'odeur de la dissolution.

45. Les acides arsenique, tunstique, molybdique et chromique sont susceptibles de s'unir à l'oxide de zinc, qui, dans l'état métallique, les décompose et leur enlève l'oxigène. On n'a encore obtenu l'arseniate, le tunstate, le molybdate et le chromate de zinc, que par des attractions doubles, en précipitant le nitrate de zinc par les combinaisons de ces acides avec des alcalis. Ces sels se déposent en poussière, parce qu'ils sont insolubles dans l'eau ; les trois premiers sont blancs, et le chromate de zinc est d'un rouge orangé. Ces composés sont détruits par les acides précédens isolés.

I. *Action sur les bases et les sels.*

46. Parmi les bases salifiables, on ne connaît encore que l'action des alcalis sur le zinc. Quand on le plonge dans des dissolutions de potasse ou de soude, il se ternit; sa couleur noircit; et même lorsqu'on fait bouillir ces liqueurs, il se dégage un peu de gaz hidrogène : les alcalis se colorent alors en jaune sale, et on peut en précipiter un oxide de zinc blanc par les acides.

L'ammoniaque, d'après les expériences de Lassone, agit plus encore à froid sur ce métal; il se développe plus de gaz hidrogène; l'oxide formé se dissout plus abondamment dans la liqueur, et au bout de quelque temps on voit une grande quantité de cet oxide blanc au fond de l'alcali volatil. Ces dissolutions alcalines se troublent par l'exposition à l'air, dont l'oxigène et l'acide carbonique agissant simultanément précipitent l'oxide. Voilà encore une nouvelle preuve de la forte attraction du zinc pour l'oxigène, et de la facilité avec laquelle il opère la décomposition de l'eau, aidée seulement dans ce cas par l'action des alcalis.

47. Le zinc décompose les sulfates alcalins et terreux à l'aide de la chaleur. Il s'empare de l'oxigène de l'acide sulfurique, le réduit à l'état de soufre qui s'unit aux bases des sulfates. Ces sulfures, une fois formés, se combinent, quoique difficilement, avec l'oxide de zinc; et quand on lessive cette masse fondue, on dissout dans l'eau les sulfures, qui ne tiennent que très-peu d'oxide de zinc en dissolution. La plus grande partie de cet oxide reste pure et isolée après cette action de l'eau. Pott a observé que le zinc décomposait l'alun par l'ébullition; il se forme dans ce cas un sulfate triple de zinc et d'alumine.

48. Les nitrates brûlent vivement le zinc à l'aide de la température rouge; leur acide est décomposé; l'oxigène se

porte sur le métal, auquel il s'unit plus solidement et plus étroitement qu'il ne l'était dans la combinaison nitrique : de là l'activité et l'éclat de la détonation et de la flamme qui accompagnent cette combustion rapide. L'azote se dégage en gaz, et le résultat de cette opération est un oxide de zinc au *maximum* d'oxidation, uni en partie à la base du nitrate qui y a servi. On emploie le plus communément à cette combustion le nitrate de potasse ; on en mêle trois parties bien sèches avec une partie de zinc en limaille fine, ou même en poussière passée au tamis ; on projette le mélange dans un creuset rouge ; la violence de l'inflammation qui a lieu sur-le-champ, est telle qu'il s'élance loin de ce vaisseau des jets de matière ardente avec des éclairs et une lumière très-brillante : aussi faut-il l'opérer avec précaution. L'oxide de zinc, qui en est le produit, se trouve uni à la potasse ; et quand on lessive ce résidu, l'eau en dissout une partie avec l'alcali : de sorte qu'on peut en reconnaître l'existence par un acide versé dans cette lessive. Hellot assurait que cette liqueur était regardée et donnée par un certain Respour, alchimiste habile, comme une espèce d'*alkaest* ou de dissolvant universel des métaux. La beauté de la flamme et du spectacle qui résultent de cette vive combustion du zinc par le nitrate de potasse, en a fait un des moyens employés par les artificiers pour les bombes qui éclatent en l'air et qui y lancent ces feux blancs, ces étoiles brillantes dont la belle lumière éclaire un si grand espace.

49. Quoique plus faible que sur les sels précédens, l'action du zinc sur les muriates est loin d'être nulle. Pott a décrit quelques expériences qui semblent prouver que ce métal est susceptible de décomposer le muriate de soude. Macquer a vu que trituré avec le muriate ammoniacal il en dégageait l'ammoniaque, même à froid. Bucquet a observé qu'en distillant ce sel avec du zinc, on obtenait du gaz ammoniac et du gaz hidrogène. Ce dernier produit ne peut être dû

qu'à la décomposition de l'eau contenue dans le sel, par le zinc, qui l'opère avant de s'unir à l'acide muriatique. Le résidu de cette opération est du muriate de zinc qu'on peut sublimer à un feu plus fort. Suivant Hellot, l'oxide de zinc produit la même séparation des principes du muriate d'ammoniaque.

50. Les phosphates et les borates se fondent avec le zinc et se combinent par la fusion avec son oxide, qui donne à leurs verres une teinte d'un jaune verdâtre. Il n'y a point de décomposition de ces sels par le métal. Quelqu'attraction qu'il ait pour l'oxigène, il ne peut point agir, plus que ne le fait le charbon, sur l'acide phosphorique uni aux bases terreuses et alcalines, qui, comme on l'a vu dans la section précédente, est fortement fixé par ces bases.

51. Le zinc décompose le plus grand nombre des sels et des dissolutions métalliques par sa forte attraction pour l'oxigène; il en précipite les métaux sous forme métallique en les débrûlant complétement, ou sous celle d'oxides moins oxidés qu'ils n'étaient. Il est très-utile pour les analyses des mines par cette propriété. Son oxide a aussi plus d'attraction pour les acides que la plupart des autres.

K. *Usages.*

52. Le zinc est d'un usage aussi multiplié qu'important dans un grand nombre d'arts. Il fait partie de beaucoup d'alliages un peu durs et blancs. C'est sur-tout pour la fabrication des tombacs et des laitons, dont on parlera ailleurs, qu'il est employé. Les Orientaux et spécialement les Chinois s'en servent, comme on l'a vu plus haut, beaucoup plus fréquemment que les Européens, sans doute parce qu'ils l'ont plus abondamment que nous, et peut-être parce qu'ils en connaissent mieux les propriétés utiles. On l'a proposé pour l'étamage du cuivre : on reviendra sur cet usage dans l'histoire de ce dernier métal. Malouin, dans ses mémoires insérés parmi

ceux de l'académie pour 1743 et 1744, a comparé le zinc à l'étain pour ses propriétés économiques, et lui a souvent donné la préférence.

53. La médecine a déja tiré partie du zinc et de ses préparations chimiques. Sa propriété conductrice à un si haut degré de l'électricité animale le rendra quelque jour beaucoup plus précieux encore à l'art salutaire. On a employé autrefois le sulfate de zinc comme émétique, sous le nom de *gilla vitrioli*. L'oxide de zinc, préparé dans les laboratoires de pharmacie, est prescrit comme antispasmodique, à la dose d'un demi-décigramme jusqu'à celle de quelques décigrammes au plus. Il a été fort vanté dans les maladies convulsives des enfans, et donné d'abord, comme remède secret, sous le nom de *lune fixée*, par un certain Ludemann, en Hollande. Ganbins, en examinant ce remède, a trouvé qu'il n'était que de l'oxide de zinc appelé alors *fleurs de zinc*. On se sert de cet oxide, et sur-tout de la *tuthie* et du sulfate de zinc, comme de très-bons médicamens externes dans les maladies des yeux.

Fin du cinquième volume.

TABLE DES MATIÈRES

DU CINQUIÈME VOLUME.

SIXIÈME SECTION.

Des métaux en particulier.

ART. I. *Des propriétés générales et comparées des métaux ; de leur classification.* page 3

§. I. *De leur importance et de leur histoire.* ibid.

— II. *Du nombre et de la classification des métaux.* 11

— III. *Des propriétés physiques des métaux.* 14

— IV. *De l'histoire naturelle des métaux.* 24

— V. *De l'art d'essayer les mines, ou de la docimasie.* 29

— VI. *Des travaux en grand sur les mines, ou de la métallurgie.* 34

— VII. *De l'oxidabilité ou de la combustibilité des métaux par l'air.* 39

— VIII. *Des combinaisons des métaux avec les corps combustibles.* 44

— IX. *De l'action réciproque des métaux, de l'eau et des oxides.* 47

— X. *De l'action générale des acides sur les métaux et des métaux sur les acides.* 50

— XI. *De l'action réciproque des métaux et des bases salifiables.* 57

— XII. *De l'action réciproque des métaux et des sels.* 60

ART. II. *De l'arsenic et de ses acides.* 63

§. I. *De l'arsenic métallique.* ibid.

A. *Histoire.* ibid.

B. *Propriétés physiques.* 64

C. *Histoire naturelle.* 65

D. *Travaux docimastiques et métallurgiques.* 67

E. *Oxidabilité de l'arsenic par l'air.* 69
F. *Union avec les combustibles.* ibid.
G. *Action sur l'eau et sur les oxides.* 71
H. — *de l'arsenic sur les acides et des acides sur l'arsenic.* 72
I. — *des bases et des sels sur l'arsenic.* 74
K. *Usages de l'arsenic.* 75
§. II. *Des acides arsenieux et arsenique.* 76
Espèce I. *Acide arsenieux.* ibid.
——— II. *Acide arsenique.* 80
Art. III. *Du tungstène et de son acide.* 87
§. I. *Tungstène métal.* ibid.
A. *Histoire.* ibid.
B. *Propriétés physiques.* ibid.
C. *Histoire naturelle.* 88
D. *Essai et métallurgie des mines de tungstène.* ibid.
E. *Oxidabilité par l'air.* 89
F. *Union avec les combustibles.* ibid.
G. *Action sur l'eau et les oxides.* ibid.
H. — *sur les acides.* 90
I. — *sur les bases et sur les sels.* ibid.
K. *Usages.* 91
§. II. *De l'acide tunstique.* 92
Art. IV. *Du molybdène et de son acide.* 96
§. I. *Du molybdène métal.* ibid.
A. *Histoire.* ibid.
B. *Propriétés physiques.* 97
C. *Histoire naturelle.* ibid.
D. *Essais et métallurgie.* 99
E. *Oxidabilité par l'air.* ibid.
F. *Union avec les corps combustibles.* ibid.
G. *Action de l'eau et des oxides.* 100
H. — *des acides.* ibid.
I. — *sur les bases salifiables et les sels.* ibid.

K. *Usages.* 101
§. II. *De l'acide molybdique.* ibid.
ART. V. *Du chrome et de son acide.* 107
§. I. *Du chrome métal.* ibid.
A. *Histoire.* ibid.
B. *Propriétés physiques.* 108
C. *Histoire naturelle.* 109
D. *Docimasie et métallurgie.* ibid.
E. *Oxidabilité par l'air.* ibid.
F. *Union avec les combustibles.* ibid.
G. *Action sur l'eau et les oxides.* 110
H. — *sur les acides.* ibid.
I. — *sur les bases et les sels.* ibid.
K. *Usages.* 111
§. II. *De l'acide chromique.* ibid.
ART. VI. *Du titane.* 114
A. *Histoire.* ibid.
B. *Propriétés physiques.* 115
C. *Histoire naturelle.* ibid.
D. *Essai et métallurgie.* 116
E. *Traitement par le feu et l'air.* 117
F. —— *par les corps combustibles.* 118
G. —— *par l'eau et par les oxides.* 119
H. —— *par les acides.* 120
I. —— *par les bases alcalines et par les sels.* 124
K. *Usages.* 125
ART. VII. *De l'urane.* 126
A. *Histoire.* ibid.
B. *Propriétés physiques.* 129
C. *Histoire naturelle.* ibid.
D. *Essais et métallurgie.* 130
E. *Oxidabilité par l'air.* 131
F. *Traitement par les combustibles.* 132
G. *Action sur l'eau et sur les oxides.* ibid.

H. *Traitement par les acides.* 132
I. —— *par les bases et les sels.* 134
K. *Usages.* ibid.
Art. VIII. *Du cobalt.* 135
A. *Histoire.* ibid.
B. *Propriétés physiques.* 136
C. *Histoire naturelle.* 137
Première espèce. *Cobalt arsenié.* ibid.
Seconde espèce. *Cobalt gris.* 138
Troisième espèce. *Cobalt noir.* 139
Quatrième espèce. *Arseniate de cobalt.* ibid.
D. *Essais et métallurgie.* 140
E. *Oxidabilité par l'air.* 143
F. *Union avec les combustibles.* ibid.
G. *Action sur l'eau et les oxides.* 144
H. — *sur les acides.* 145
I. — *sur les bases et les sels.* 148
K. *Usages.* ibid.
Art. IX. *Du nickel.* 150
A. *Histoire.* ibid.
B. *Propriétés physiques.* 151
C. *Histoire naturelle.* 152
Première espèce. *Sulfure de nickel.* ibid.
Seconde espèce. *Nickel ferré.* 153
Troisième espèce. *Oxide de nickel.* ibid.
D. *Essais, métallurgie.* 154
E. *Oxidabilité par l'air.* 162
F. *Union avec les corps combustibles.* ibid.
G. *Action sur l'eau et sur les oxides.* 163
H. — *sur les acides.* ibid.
I. — *sur les bases et les sels.* 165
K. *Usages.* 166
Art. X. *Du manganèse.* 167
A. *Histoire.* ibid.

B. *Propriétés physiques.* 169
C. *Histoire naturelle.* 170
Variétés d'oxide de manganèse natif. A. *Le blanc.* ibid.
B. *Le rouge.* 171
C. *Le noir et brun.* ibid.
D. *Essais et métallurgie.* 173
E. *Traitement par le feu et l'air.* 174
F. —— *par les combustibles.* 179
G. *Action sur l'eau et sur les oxides.* 180
H. *Traitement par les acides.* 181
I. — *par les bases salifiables et par les sels.* 188
K. *Usages.* 192
ART. XI. *Bismuth.* 193
A. *Histoire.* ibid.
B. *Propriétés physiques.* 194
C. *Histoire naturelle.* 195
D. *Essais et métallurgie.* 197
E. *Oxidabilité par l'air.* 199
F. *Union avec les corps combustibles.* 201
G. *Action de l'eau et des acides.* 202
H. — *des acides.* 203
I. — *sur les bases salifiables et sur les sels.* 207
K. *Usages.* 208
ART. XII. *De l'antimoine.* 210
A. *Histoire.* ibid.
B. *Propriétés physiques.* 212
C. *Histoire naturelle.* 214
D. *Essais et métallurgie.* 217
E. *Oxidabilité par l'air.* 220
F. *Union avec les combustibles.* 224
G. *Action sur l'eau et sur les oxides.* 228
H. — *des acides.* 230
I. *des bases salifiables et des sels.* 237
K. *Usages.* 256

ART. XIII. *Du tellure.* 258
A. *Histoire.* ibid.
B. *Propriétés physiques.* 259
C. *Histoire naturelle.* ibid.
D. *Docimasie.* 261
E. *Oxidabilité par l'air.* 262
F. *Union avec les combustibles.* 263
G. *Action sur l'eau et les oxides.* ibid.
H. — *sur les acides.* 264
I. *Action sur les bases et sur les sels.* 266
K. *Usages.* ibid.
ART. XIV. *Du mercure.* 267
A. *Histoire.* ibid.
B. *Propriétés physiques.* 271
C. *Histoire naturelle.* 281
D. *Docimasie et métallurgie.* 284
E. *Oxadibilité par l'air.* 291
F. *Union avec les corps combustibles.* 296
G. *Action sur l'eau et les oxides.* 308
H. — *sur les acides.* 309
I. — *sur les bases alcalines et sur les sels.* 354
K. *Usages.* 356
ART. XV. *Du zinc.* 359
A. *Histoire littéraire.* ibid.
B. *Propriétés physiques.* 360
C. *Histoire naturelle.* 364
D. *Essai et métallurgie.* 367
E. *Oxidabilité du zinc par l'air.* 371
F. *Union avec les combustibles.* 373
G. *Action sur l'eau et sur les oxides.* 376
H. — *sur les acides.* 377
I. — *sur les bases et les sels.* 386
K. *Usages.* 388

Fin de la table du cinquième volume.

ERRATA.

Page 12, ligne 30. le moins, *lisez* la plus.
14. —— 14. *après* l'odeur, *ajoutez* et la saveur.
26. —— 19. oxides, *lisez* acides.
49. —— 3. requièrent, *lisez* acquièrent.
59. —— 12. vraisemblable, *lisez* invraisemblable.
143. —— 34. phosphore, *lisez* phosphure.
145. —— 26. métal, *lisez* cobalt métallique.
153. —— 4. *après* Paris., *ajoutez* Il paraît être plus arseniqué que sulfuré.
183. —— 17. l'oxidation, *lisez* la désoxidation.
184. —— 13. oxigéné, *lisez* suroxigéné.
Id. —— 16. oxigéné, *lisez* suroxigéné.
201. —— 21. sulfure d'antimoine, *lisez* sulfure de bismuth.
214. —— 9. remis, *lisez* réunis.
238. —— 28. *au lieu de* que l'oxide, *lisez* qu'il oxide.
239. —— 9. moins, *lisez* plus.
247. —— 14. moins oxidé, *lisez* plus oxidé.
264. —— 18. sulfure, *lisez* sulfate.
277. —— 32. la matière se fige, *lisez* sa vapeur se condense.
294. —— 30. métal, *lisez* matras.
315. —— 30. oxide, *lisez* acide.
317. —— 12. deux cents, *lisez* deux mille.
325. —— 12. oxide, *lisez* acide.
331. —— 1. les sels, *lisez* ces deux sels.
348. —— 33. diriger, *lisez* digérer.